

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Συσχέτιση της ομοιόμορφης ανηγμένης συνολικής επιμήκυνσης (Agt) χάλυβα οπλισμού σκυροδέματος κατηγορίας S500s (Θ.Ε. και Θ.Κ.) με την ανηγμένη μόνιμη συμβατική επιμήκυνση (A<sub>5</sub> και A<sub>10</sub>) μετά την θραύση και με την απαιτούμενη συνολική ενέργεια θραύσης»

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: ΖΩΗ ΚΑΣΣΙΑΝΗ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

Εισηγητές: Β. ΣΚΑΡΑΚΗΣ & Ι. ΡΟΥΣΙΑΣ

Υπεύθυνοι επίβλεψης: Β. ΣΚΑΡΑΚΗΣ & Θ. ΚΟΥΚΟΥ

**ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ ΣΤΕΦ**

**ΤΜΗΜΑ: ΦΥΣΙΚΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: ΖΩΗ ΚΑΣΣΙΑΝΗ

ΕΙΣΗΓΗΤΕΣ: Β. ΣΚΑΡΑΚΗΣ & Ι. ΡΟΥΣΙΑΣ

**«Συσχέτιση της ομοιόμορφης ανηγμένης συνολικής επιμήκυνσης (Agt) χάλυβα οπλισμού σκυροδέματος κατηγορίας S500s (Θ.Ε. και Θ.Κ.) με την ανηγμένη μόνιμη συμβατική επιμήκυνση (A<sub>5</sub> και A<sub>10</sub>) μετά την θραύση και με την απαιτούμενη συνολική ενέργεια θραύσης»**

### **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Αντικείμενο της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας αποτελεί η συσχέτιση της συνολικής ομοιόμορφης επιμήκυνσης Agt με τις ανηγμένες συμβατικές επιμηκύνσεις A<sub>5</sub> ή και A<sub>10</sub> καθώς και με την απαιτούμενη ενέργεια θραύσης σε χάλυβα οπλισμού σκυροδέματος κατηγορίας S500s – B500C.

Για το σκοπό αυτό εξετασθηκαν τρεις διαφορετικές ομάδες δειγμάτων χάλυβα οπλισμού σκυροδέματος αυτής της κατηγορίας. Μια ομάδα δειγμάτων χάλυβα μικρής διαμέτρου, μια ομάδα μεσαίας διαμέτρου και μια ομάδα μεγάλης διαμέτρου. Κάθε ομάδα θα αποτελείται από 30 δοκίμια από διαφορετικά χυτήρια τα οποία και θα υποβληθούν σε δοκιμή εφελκυσμού.

Με βάση τα αποτελέσματα από τις μετρήσεις των παραπάνω αναφερόμενων μεγεθών θα γίνει προσπάθεια συσχέτισης της Agt με τις A<sub>5</sub> ή και A<sub>10</sub> καθώς επίσης και με την απαιτούμενη ενέργεια θραύσης των δοκιμίων σε εφελκυστική στατική φόρτιση.



**ΑΦΙΕΡΩΣΗ:**

*Αυτή η πτυχιακή αφιερώνεται στην οικογένεια μου και στον καθηγητή μου κ.Σκαράκη για την υπομονή και την βοήθεια τους όλα αυτά τα χρόνια. Καθώς και στην Θ. Κούκου για την πολύτιμη βοήθεια της.*

*Με εκτίμηση*  
**ΖΩΗ ΚΑΣΣΙΑΝΗ**

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η μελέτη και έρευνα αυτή εκπονήθηκε ως πτυχιακή εργασία σύμφωνα με το άρθρο 16 του Κανονισμού Σπουδών του ΤΕΙ (ΦΕΚ 861/Α/21-5-99).

Η τεκμηρίωση, η δομή και η παρουσίαση έγινε κατά το δυνατό σύμφωνα με τους Κανόνες και τις Οδηγίες του Διεθνούς Οργανισμού Τυποποίησης (ISO 7144-1986 { E }, < Documentation Presentation of thesis and Similar Documents > ).

Σκοπός της πτυχιακής αυτής εργασίας αποτελεί η δημιουργία εμπειρικού τύπου ο οποίος να συνδέει την συνολική ομοιόμορφη επιμήκυνση Agt κατά την επιρροή του μέγιστου φορτίου με τις ανηγμένες συμβατικές επιμηκύνσεις A<sub>5</sub> ή και A<sub>10</sub> καθώς και με την απαιτούμενη ενέργεια θραύσης σε χάλυβα οπλισμού σκυροδέματος κατηγορίας S500s – B500C. Τα ανωτέρω επιτεύχθηκαν με επεξεργασία των αποτελεσμάτων μηχανικών ιδιοτήτων έξι ομάδων των 30 δοκιμίων από διαφορετικά χυτήρια τα οποία υποβλήθηκαν σε δοκιμή εφελκυσμού.

- Ομάδα Α-Δ : ράβδοι χάλυβα οπλισμού S500s – B500C μικρής διαμέτρου
- Ομάδα Β-Ε : ράβδοι χάλυβα οπλισμού S500s – B500C μεσαίας διαμέτρου
- Ομάδα Γ-Ζ: ράβδοι χάλυβα οπλισμού S500s – B500C μεγάλης διαμέτρου

Κατά την εξέταση της εργασίας σχεδιάστηκε μια ολοκληρωμένη και τεκμηριωμένη μέθοδος, όσο αναφορά εργαστηριακό εξοπλισμό, υλικά, πρόσωπα και μεθόδους η οποία αξιολογήθηκε με αυστηρά κριτήρια ελέγχου ποιότητας σε κάθε στάδιό της.

Για να σχεδιαστούν και να εφαρμοστούν οι προδιαγραφές όπως και για να χρησιμοποιηθεί ο εργαστηριακός εξοπλισμός με επιτυχία (δηλ. για την μείωση τυχόν σφαλμάτων) ήταν απαραίτητη η εκπαίδευση της σπουδάστριάς. Αυτή έγινε με μέριμνα του εργαστηρίου Π.Ε.Τ.Υ.Λ., χωρίς οικονομική επιβάρυνση, στα ακόλουθα:

- Στο εργαστήριο Ποιοτικού Ελέγχου και Τεχνολογίας Υλικών του ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ, και
- Στο Εργαστήριο Ελέγχου Ποιότητας της ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΚΗΣ ΑΕ στην Ελευσίνα

Χρησιμοποιήθηκαν ράβδοι χάλυβα οπλισμού σκυροδέματος κατηγορίας S500s-B500C μικρής, μεσαίας και μεγάλης διαμέτρου, προσφορά της εταιρείας «ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΚΗ ΑΕ». Οι έλεγχοι ποιότητας πραγματοποιήθηκαν στο

εργαστήριο Ελέγχου Ποιότητας και Τεχνολογίας Υλικών του ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ καθώς και στο εργαστήριο Ελέγχου Ποιότητας της « ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΚΗΣ ΑΕ».

Στο σημείο αυτό οφείλονται τουλάχιστον ευχαριστίες στους ακόλουθους καθηγητές και συναδέλφους χωρίς τη βοήθεια των οποίων θα ήταν αδύνατη η πραγματοποίηση της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας και η όποια επιτυχία της.

- Πρώτιστα οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στον κύριο Β. Σκαράκη, Χημικό Ε.Κ.Π.Α., Διευθυντή παραγωγής στην εταιρεία ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΚΗ Α.Ε. και εργαστηριακό συνεργάτη στο εργαστήριο Π.Ε.Τ.Υ.Λ. (αιθ.Β216) ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ, για την πολύτιμη βοήθειά του στην προετοιμασία και διεξαγωγή όλων των δοκιμών του χάλυβα που πραγματοποιήθηκαν. Επίσης για το ενδιαφέρον και την κατανόηση που έδειξε κατά τη διάρκεια αυτής της εργασίας προσκομίζοντας ό,τι ήταν απαραίτητο.

- Ομοίως οφείλω να ευχαριστήσω την κυρία Θεοδώρα Κούκου, Πολ. Μηχανικό Ε.Μ.Π. και Πολιτικός Δομικών Έργων Τ.Ε.Ι. Πειραιά για τη βοήθεια και συμβολή της στην ολοκλήρωση αυτής της εργασίας.

- Τέλος ωφείλω να ευχαριστήσω και την εταιρεία ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΚΗ Α.Ε. για την παραχώρηση του εργαστηριακού εξοπλισμού της για το πειραματικό μέρος αυτής της εργασίας.

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ  
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Τίτλος .....	Σελ. 1
Περίληψη.....	Σελ. 2
Αφιέρωση.....	Σελ. 3
Πρόλογος.....	Σελ. 4
Περιεχόμενα.....	Σελ. 6

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> «ΕΙΣΑΓΩΓΗ»

1.1 Σκοπός πτυχιακής εργασίας.....	Σελ. 9
1.2 Επιλογές – Παραδοχές – Πλαίσια	
1.2.1 Υλικά.....	Σελ. 10
1.2.2 Εξοπλισμός.....	Σελ. 11
1.3 Στάδια και αντικείμενα εργαστηριακής προπαίδευσης της σπουδάστριας.....	Σελ. 12

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> «ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΥΛΙΚΟΥ»

2.1 Συγκολλησιμος νευροχάλυβας σπλισμού σκυροδέματος S500s _ B500C (Tempcore).....	Σελ. 14
2.1.1 Έλεγχος μηχανικών ιδιοτήτων.....	Σελ. 14
2.1.2 Έλεγχος κάμψης – ανάκαμψης ή αναδίπλωσης μιας παρτίδας....	Σελ. 15
2.1.3 Χημική ανάλυση τελικού προϊόντος.....	Σελ. 15
2.1.4 Έλεγχος συνολικής ομοιόμορφης επιμήκυνσης Agt .....	Σελ. 17
2.1.5 Διαδικασία παραγωγής Tempcore.....	Σελ. 17

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> «ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ»

3.1	
3.1.1 Επιλογή δοκιμίων και μεθόδου ελέγχου.....	Σελ. 19
3.1.2 Κοπή και μέγεθος δοκιμίων.....	Σελ. 20
3.1.3 Σήμανση – αρίθμηση.....	Σελ. 20

3.1.4 Χάραξη.....	Σελ. 20
3.2 Δοκιμή εφελκυσμού.....	Σελ. 20
3.2.1 Επιλογή διαγραμμάτων – Συμβολισμοί - Πίνακες.....	Σελ. 21
3.2.2. Συμβολα και μονάδες αυτών ... ..	Σελ. 39
3.2.3. Τρόπος υπολογισμού μεγεθών εφελκυσμού.....	Σελ. 40
3.3 Ορισμοί – Σύμβολα - Δείκτες.....	Σελ. 41
3.4 Όργανα που χρησιμοποιήθηκαν.....	Σελ. 42

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> «Διαγράμματα συσχέτισης και στατιστική μελέτη αυτών»..... Σελ.45

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup> «Συμπεράσματα»..... Σελ.62

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup> «Πιστοποιητικά-Προδιαγραφές-Βιβλιογραφία»

6.1 Πιστοποιητικά.....	Σελ. 65
6.2 Προδιαγραφές.....	Σελ. 74
6.3 Βιβλιογραφία.....	Σελ. 75



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

«ΕΙΣΑΓΩΓΗ»



## 1.1 ΣΚΟΠΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας ήταν η προσπάθεια εύρεσης ενός εμπειρικού τύπου που ενδεχομένως να συσχετίζει την συνολική ομοιόμορφη επιμήκυνση Agt, του χάλυβα οπλισμού σκυροδέματος κατηγορίας S500s – B500C, με την ανηγμένη συμβατική επιμήκυνση A5 % και την απορροφούμενη ενέργεια θραύσης αυτού.

Ο ισχύοντας Κανονισμός Τεχνολογίας Χαλύβων (ΚΤΧ) και οι παραπομπές αυτού σε πρότυπα όπως το ΕΛΟΤ 971 αναφέρονται στην, συμβατικά ανηγμένη σε τμήμα “5 don”, επιμήκυνση μετά τη θραύση A5% στην περιοχή της θραύσης δοκιμίου χάλυβα οπλισμού σκυροδέματος υποβαλλόμενου σε αξονικό εφελκυσμό, θέτοντας αυτή ως κριτήριο ελέγχου ποιότητας του χάλυβα. Αντιθέτως στις νέες Ευρωπαϊκές Πρότυπες Προδιαγραφές EN10080 καθώς και στο Ελληνικό πρότυπο ΕΛΟΤ1421-3 τίθεται ως κριτήριο ελέγχου του χάλυβα οπλισμού σκυροδέματος η συνολική επιμήκυνση στο μέγιστο φορτίο Agt, καθιστώντας τον υπολογισμό του μεγέθους A5% μη απαραίτητο για τον έλεγχο ποιότητας των χαλύβων οπλισμού.

Παρότι ο έλεγχος του μεγέθους Agt % έναντι του A5 % καθίσταται από τα νέα πρότυπα επαρκής για τον έλεγχο της ολκιμότητας του χάλυβα οπλισμού σκυροδέματος, ωστόσο μπορεί να υπάρξουν περιπτώσεις κατά τις οποίες δεν είναι εφικτός ο προσδιορισμός του, για παράδειγμα λόγω της μη ύπαρξης ικανού μήκους δοκιμίων ή κατάλληλου εξοπλισμού (π.χ. επιμηκυνσιομέτρου). Για το λόγο αυτό προκύπτει η αναγκαιότητα εύρεσης μιας εμπειρικής σχέσης που να δίνει την τιμή του Agt ή έστω επαρκείς ενδείξεις της τιμής του, δεδομένης τις τιμής του A5% ή ενδεχομένως της τιμής του A10%.

## 1.2. ΕΠΙΛΟΓΕΣ – ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ - ΠΛΑΙΣΙΑ

### 1.2.1 ΥΛΙΚΑ

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτή την εργασία ήταν βέργες συγκολλησίμου χάλυβα οπλισμού σκυροδέματος κατηγορίας S500s (KTX) – B500C (ΕΛΟΤ 1421-3) τριών διαφορετικών διαμέτρων [μικρής (Φ10), μεσαίας (Φ12, Φ16) και μεγάλης (Φ20)].

Τα παραπάνω δοκίμια πέρασαν από την διαδικασία δοκιμής σε εφελκυσμό προκειμένου να μετρηθούν πειραματικά και να αναλυθούν οι μηχανικές τους ιδιότητες.

Ο αριθμός των ράβδων που χρησιμοποιήθηκαν ήταν 180 από τις οποίες ανά 30 ανήκουν σε διαφορετική ομάδα λόγω της διαφορετικότητας των διαμέτρων τους.

Οι τρεις ομάδες των 30άδων είναι οι εξής:

- 30 δοκίμια χάλυβα S500s – B500C μικρής διαμέτρου (χωρίς μέτρηση απαιτούμενης συνολικής ενέργειας θραύσης)
- 30 δοκίμια χάλυβα S500s – B500C μεσαίας διαμέτρου (χωρίς μέτρηση απαιτούμενης συνολικής ενέργειας θραύσης)
- 30 δοκίμια χάλυβα S500s – B500C μεγάλης διαμέτρου (χωρίς μέτρηση απαιτούμενης συνολικής ενέργειας θραύσης)
- 30 δοκίμια χάλυβα S500s – B500C μικρής διαμέτρου (με μέτρηση απαιτούμενης συνολικής ενέργειας θραύσης)
- 30 δοκίμια χάλυβα S500s – B500C μεσαίας διαμέτρου (με μέτρηση απαιτούμενης συνολικής ενέργειας θραύσης)
- 30 δοκίμια χάλυβα S500s – B500C μεγάλης διαμέτρου (με μέτρηση απαιτούμενης συνολικής ενέργειας θραύσης)

Από τα αποτελέσματα της δοκιμής εφελκυσμού, μετά από ολοκληρωτική επεξεργασία, καταρτίστηκαν πίνακες προκειμένου να πραγματοποιηθεί επεξεργασία συγκεκριμένων μηχανικών ιδιοτήτων, με σκοπό τη δημιουργία εμπειρικής σχέσης που να συσχετίζει τα μεγέθη  $A_{gt}$  (συνολική ομοιόμορφη επιμήκυνση κατά την επιρροή του μέγιστου φορτίου),  $A_5$  και  $A_{10}$  (ανηγμένες συμβατικές επιμηκύνσεις μετά την θραύση) καθώς και την απαιτούμενη ενέργεια θραύσης που προαναφέρθηκαν.

### 1.2.2 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Τα μέσα με τα οποία διεξήχθη η παρούσα πτυχιακή εργασία περιορίζονται στις δυνατότητες του εξοπλισμού:

I. Του εργαστηρίου Ποιοτικού Ελέγχου και Τεχνολογίας Υλικών του ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ (Π.Ε.Τ.ΥΛ. αιθ. Β216) και αφορούν την μεταλλογραφική επεξεργασία και εξέταση καθώς και μετρήσεις και ζυγίσεις των δοκιμίων.

II. Του εργαστηρίου Ελέγχου Ποιότητας για δοκιμές εφελκυσμού, κάμψης-ανάκαμψης και χημικής ανάλυσης της ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΚΗΣ ΑΕ στην Ελευσίνα.

Εκτός από τον υλικοτεχνικό εξοπλισμό που χρησιμοποιήθηκε απαραίτητη για την διεξαγωγή και εκπόνηση της πτυχιακής εργασίας ήταν και η συμβολή των παρακάτω καθηγητών:

- Σκαράκης Βασίλειος :
  - Χημικός Ε.Κ.Π.Α., διευθυντής διασφάλισης Ποιότητας στην εταιρεία ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΚΗ ΑΕ
  - Εργαστηριακός συνεργάτης στο εργαστήριο Π.Ε.Τ.ΥΛ. (αιθ. Β216) ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ
- Κούκου Θεοδώρα
  - Πολ. Μηχανικό Ε.Μ.Π. και Πολιτικός Δομικών Έργων Τ.Ε.Ι. Πειραιά
  - Εργαστηριακό συνεργάτη στο εργαστήριο ΠΕΤΥΛ (αιθ. Β216) Τ.Ε.Ι. Πειραιά.

Η παρούσα διπλωματική εργασία εντάσσεται σε μια σειρά πτυχιακών εργασιών του εργαστηρίου Ποιοτικού Ελέγχου και Τεχνολογίας Υλικών (Π.Ε.Τ.ΥΛ. αιθ. Β216). Για την διεξαγωγή αυτής της εργασίας καθώς και την συγγραφή της, ουσιαστική ήταν η συμβολή προηγούμενης Πτυχιακής Εργασίας με παρεμφερές γνωστικό αντικείμενο, της κ. Κούκου Θεοδώρας Πολ. Μηχανικό Ε.Μ.Π. και Πολιτικός Δομικών Έργων Τ.Ε.Ι. Πειραιά, με θέμα «Εκτίμηση ομοιομορφίας της παραγωγής με τη μέθοδο Tempcore, συγκολλησίμου χάλυβα οπλισμού συγκεκριμένης ποιότητας (S500s) και διαμέτρου (Φ20)»

### 1.3. ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΙ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗΣ ΠΡΟΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΤΗΣ ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑΣ

Παρακάτω αναφέρονται τα στάδια εκπαίδευσης

- Β' τυπικό εξάμηνο σπουδών στο Τ.Ε.Ι Πειραιά.  
Θεωρητικό – φροντιστηριακό και εργαστηριακό μέρος του μαθήματος Τεχνολογίας (Δομικών) Υλικών, (β' ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ) στο οποίο περιλαμβάνεται ο έλεγχος ποιότητας των υλικών αυτών. Βαθμός Εργαστηρίου – Θεωρίας 5 (πέντε).
- Εκπαίδευση στην Χαλυβουργική Α.Ε. κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της πτυχιακής καθώς και ένα εξάμηνο νωρίτερα.
- 10/2004 – 12/2006 : Μερική απασχόληση σε Τεχνική Εταιρεία.

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ  
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

# **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>**

**«ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ ΥΛΙΚΟΥ»**

## **2.1 ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΙΜΟΣ ΝΕΥΡΟΧΑΛΥΒΑΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ S500s – B500C (Tempcore)**

Οι χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος είναι χάλυβες κατάλληλοι για στην ενίσχυση σιδηροπαγούς σκυροδέματος. Τα είδη των χαλύβων αυτών διαφέρουν στις απαιτήσεις των μηχανικών αντοχών και παραμορφώσεων, και κατατάσσονται:

- i) Ως προς τη διαμόρφωση της επιφάνειας, λεία ή με πλάγιες νευρώσεις (οι νευρώσεις εξασφαλίζουν βελτιωμένη ικανότητα πρόσφυσης με το σκυρόδεμα).
- ii) Ως προς τη μέθοδο παραγωγής
- iii) Ως προς τη συγκολλησιμότητα

Το είδος του χάλυβα που χρησιμοποιείται στην παρούσα εργασία είναι νευροχάλυβας οπλισμού σκυροδέματος S500s – B500C επιφανειακά επιβελτιωμένος με τη μέθοδο Tempcore και διαμέτρων Φ10, Φ12, Φ16, Φ20.

Πριν από τον σχεδιασμό του προγράμματος, με τον οποίο θα επιτευχθεί ο στόχος αυτής της εργασίας, θα ήταν χρήσιμο να διαπιστωθεί αν το προϊόν επαληθεύει τους παραπάνω χαρακτηρισμούς.

Για την επίτευξη του παραπάνω στόχου θα ακολουθήσουν δειγματοληπτικοί έλεγχοι παρτίδας σύμφωνα με την παρ. 5.5 του Κανονισμού Τεχνολογίας Χαλύβων.

### **2.1.1. ΕΛΕΓΧΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ**

Για την εξέταση του ορίου διαρροής  $f_y$ , της εφελκυστικής αντοχής  $f_m$  (ft) και της ανηγμένης παραμόρφωσης μετά την θραύση  $A_5$  μπορούμε να επιλέξουμε (Κ.Τ.Χ. παρ. 5.5.1.) οποιοδήποτε συνδυασμό τριών δοκιμών της ίδιας ομάδας από το σύνολο των 180 που αναφέρθηκαν και προηγουμένως (για τον έλεγχο ως προς τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά όπως η ονομαστική διατομή).

Από τους πίνακες του κεφ. 3 παρ. 3.2.1 (σελ.34-39) είναι φανερό ότι όλα τα δοκίμια (και τα 180) ικανοποιούν τις απαιτήσεις του Κ.Τ.Χ. και των σύμφωνα με αυτόν προτύπων ΕΛΟΤ1045, ΕΛΟΤ959 και ΕΛΟΤ971. Παρατηρούμε δηλαδή ότι οι τιμές των προαναφερθέντων μηχανικών ιδιοτήτων ξεπερνούν τις Μηχανικά Χαρακτηριστικά τους (Τιμές Μηχαν. Χαρ. :  $f_y = 500\text{N/mm}$  ,  $f_m = 550\text{N/mm}$ ,  $\epsilon_s > 12\%$  όπως επίσης και ο λόγος  $f_m/f_y$  ικανοποιεί την σχέση  $f_m/f_y > 1.05$ ) αλλά και τις απαιτήσεις των χαρακτηριστικών τιμών του πρότυπου ΕΛΟΤ 1421-3

(Χαρακτηριστικές τιμές του ΕΛΟΤ 1421-3:  $f_y = 500\text{MPa}$ ,  $1.15 > f_y/f_m > 1.35$ ,  $\varepsilon_5\% = 7.5\%$ ,  $f_{y\text{act}} / f_{y\text{nom}} < 1.25$ ).

### 2.1.2. ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΜΨΗΣ-ΑΝΑΚΑΜΨΗΣ Ή ΑΝΑΔΙΠΛΩΣΗΣ ΜΙΑΣ ΠΑΡΤΙΔΑΣ

Για τον έλεγχο κάμψης - ανάκαμψης χρησιμοποιήθηκαν τρεις (3) βέργες από την ίδια ομάδα και τα τρία δοκίμια πέρασαν επιτυχώς τον έλεγχο, αφού δεν παρουσίασαν θραύση και δεν εμφάνισαν ρωγμές. Κατά συνέπεια ικανοποιούν τις απαιτήσεις του κανονισμού (Κ.Τ.Χ. παρ. 5.5.2.).

### 2.1.3. ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΕΛΙΚΟΥ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ (νευροχάλυβας οπλισμού σκυροδέματος κατηγορίας S500s – B500C)

Η χημική ανάλυση έγινε σε φασματογράφο οπτικής εκπομπής επί του τελικού προϊόντος (όπως αυτό διατίθεται στην αγορά) σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ΕΛΟΤ971 και τις παρ.3.5.1., 3.5.4. του Κ.Τ.Χ., για το τελικό προϊόν. Παρακάτω αναγράφονται τα αποτελέσματα των δυο (2) χημικών αναλύσεων (όσες δηλαδή απαιτούνται από τον Κ.Τ.Χ.), όπως επίσης και τα όρια που θέτει ο Κ.Τ.Χ. για αυτά.

#### 1<sup>η</sup> Χημική Ανάλυση

10/05/2005, Program :NEWFELAS, Task: FELAST

Run	C	Mn	S	P	Si	Ni	Cr	Cu
Avg	0.21655	1.04690	0.03832	0.03837	0.22400	0.10329	0.10958	0.46995
V	Al	Sn	Mo	FE%	Ti	Pb	Co	
Avg	0.00278	0.00297	0.01629	0.01112	97.6725	10.0000	0.00585	0.01014
	As	Ca	Nb	N	O	Ceq	MN_S	
Avg	0.00815	0.00017	0.00237	0.00382	0.01692	0.45394	27.33414	

## 2<sup>η</sup> Χημική Ανάλυση

09/07/2001, Program :NEWFELAS, Task: FELAST

Run	C	Mn	S	P	Si	Ni	Cr	Cu
Avg	0.22293	1.02067	0.03289	0.01680	0.24240	0.10630	0.06514	0.33223
	V	Al	Sn	Mo	FE%	Ti	Pb	Co
Avg	0.00229	0.00254	0.01255	0.01108	97.8829	10.0000	0.00278	0.00929
	As	Ca	Nb	N	O	Ceq	MN_S	
Avg	0.00748	0.00009	0.00271	0.00701	0.01994	0.43798	31.03710	

Οι χάλυβες θεωρούνται συγκολλησιμοι, όταν η μέγιστη περιεκτικότητα σε άνθρακα C, θείο S, φώσφορο P, άζωτο N καθώς και η μέγιστη ισοδύναμη τιμή σε άνθρακα Ceq δεν υπερβαίνουν τις τιμές του πίνακα 3,5,1-1 του Κ.Τ.Χ.. Από τα παρακάτω συμπεραίνουμε ότι και οι δύο χημικές αναλύσεις περνάνε επιτυχώς τον έλεγχο, επομένως η παρτίδα μπορεί να θεωρηθεί ότι πληρεί τις απαιτήσεις του κανονισμού.

Έχουμε λοιπόν:

	1 <sup>η</sup> Χημική Ανάλυση	2 <sup>η</sup> Χημική Ανάλυση	Όρια κατά Κ.Τ.Χ. (μέγιστες περιεκτικότητες)
C%	0.22	0.22	0.24
S%	0.038	0.033	0.055
P%	0.038	0.017	0.055
N%	0.004	0.007	0.013
Ceq	0.45*	0.44**	0.53

$$*Ceq_1 = C + (Mn/6) + (Cr+Mo+V)/5 + (Ni+Cu)/15 = 0.434261\% = 0.43\%$$

$$** Ceq_2 = C + (Mn/6) + (Cr+Mo+V)/5 + (Ni+Cu)/15 = 0.42666\% = 0.43\%$$

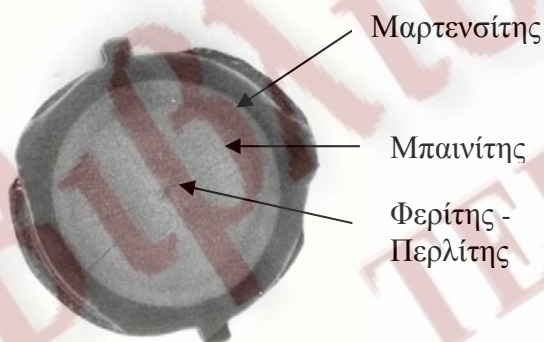


#### 2.1.4. ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΟΜΟΙΟΜΟΡΦΗΣ ΕΠΙΜΗΚΥΝΣΗΣ Agt

Για τον έλεγχο και υπολογισμό της ομοιόμορφης επιμήκυνσης Agt εφαρμόστηκαν όσα αναφέρονται στο πρότυπο ISO 15630-1 δηλαδή χειρονακική μέτρηση μετά την θραύση και σε καθορισμένη απόσταση από το λαιμό και το σημείο συγκράτησης του δοκιμίου στην μηχανή.

#### 2.1.5. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ TEMPCORE

Ο χάλυβας παραγωγής Tempcore αφορά ένα προϊόν θερμής έλασης, που ακολουθείται από μια άμεση εν σειρά διαδικασία θερμικής κατεργασίας. Το προϊόν αυτό εμφανίζει στην επιφάνεια της εγκάρσιας διατομής του τρεις δακτυλιοειδείς ζώνες με διαφορετική αντοχή αυξημένη από τον πυρήνα προς την εξωτερική επιφάνεια της βέργας (εξωτερική ζώνη με μεγαλύτερη αντοχή, ενδιάμεση ζώνη με μικρότερη και πυρήνα με αντοχή που αντιστοιχεί περίπου σε αντοχή λίγο μεγαλύτερη από εκείνη του χάλυβα της κατηγορίας S220). Ο συνδυασμός αυτών των «ζωνών» αντοχής σε μια διατομή δίνει στο χάλυβα τις ιδιότητες που απαιτούνται από τον Κανονισμό Τεχνολογίας Χαλύβων. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται πως μεταβάλλεται η μικρογραφική διατομή της δομής.



**Σχήμα 1.** Κάθετη στο διαμήκη άξονα τομή ράβδου χάλυβα μετά από λείανση και εν συνέχεια χημική προσβολή με εμβάπτιση σε Nital



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

**«ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ»**

### 3.1) ΔΟΚΙΜΙΑ

#### 3.1.1) Επιλογή δοκιμίων και μεθόδου ελέγχου αυτών

Για την εφαρμογή των δειγματοληπτικών ελέγχων παρτίδας (Κ.Τ.Χ. παρ. 5.5) απαιτούνται τρία (3) δοκίμια χάλυβα οπλισμού σκυροδέματος της ίδιας παρτίδας. Για τον έλεγχο των κριτηρίων συμμόρφωσης (προκειμένου για την έκδοση Πιστοποιητικού Ελέγχου) για τους παραγόμενους χάλυβες από τρίτες χώρες (Κ.Τ.Χ. παρ 5.4), χρειάζονται τουλάχιστον 15 δοκίμια χάλυβα ίδιας ποιότητας (S500s) και ίδιας διαμέτρου από το ίδιο χυτήριο για κάθε παρτίδα ελέγχου. Η δειγματοληψία, οι ιδιότητες που πρέπει να ελέγχονται και η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων αναφέρονται στην Υπ. Απόφαση 15283/Φ7/422, ΦΕΚ 746/β/30-8-95, διευκρινιστικοί εγκύκλιοι 23934/Φ7/670/29-12-95 και 23237/Φ7α9/463/1-12-99 του ΥΒΕΤ, τα οποία παραπέμπουν σε πρότυπα όπως το ΕΛΟΤ971.

Στην παρούσα πτυχιακή χρησιμοποιούνται έξι παρτίδες ελέγχου των τριάντα (30) δοκιμίων από διαφορετικά χυτήρια οι οποίες θα εξετάζονται ως προς συγκεκριμένες μηχανικές ιδιότητες με σκοπό τη προσπάθεια εύρεσης εμπειρικής σχέσης που να συσχετίζει τα μεγέθη  $A_{gt}$ ,  $A_5$  και  $A_{10}$  καθώς και την απαιτούμενη ενέργεια θραύσης και είναι οι εξής:

- Α: 30 δοκίμια Φ10 (χωρίς μέτρηση απαιτούμενης συνολικής ενέργειας θραύσης)
- Β: 30 δοκίμια Φ12 (χωρίς μέτρηση απαιτούμενης συνολικής ενέργειας θραύσης)
- Γ: 30 δοκίμια Φ20 (χωρίς μέτρηση απαιτούμενης συνολικής ενέργειας θραύσης)
- Δ: 30 δοκίμια Φ10 (με μέτρηση απαιτούμενης συνολικής ενέργειας θραύσης)
- Ε: 30 δοκίμια Φ16 (με μέτρηση απαιτούμενης συνολικής ενέργειας θραύσης)
- Ζ: 30 δοκίμια Φ20 (με μέτρηση απαιτούμενης συνολικής ενέργειας θραύσης)

### **3.1.2) ΚΟΠΗ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΣ ΔΟΚΙΜΙΩΝ**

Η κοπή των παραπάνω δοκιμιών έγινε με μηχανήμα κοπής ΜΑСС της ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΚΗΣ ΑΕ, των οποίων το μήκος (μετά την κοπή) είναι περίπου 500 mm. Το μήκος αυτό επιλέχθηκε με βάση το Παράρτημα Δ του προτύπου ΕΛΟΤ1045 αλλά και για να ικανοποιεί τις απαιτήσεις της συγκεκριμένης πτυχιακής.

### **3.1.3) ΣΗΜΑΝΣΗ - ΑΡΙΘΜΗΣΗ**

Η αρίθμηση (σήμανση) των δοκιμιών κάθε μιας από τις «παρτίδες» αποτελείται από δύο χαρακτήρες. Ο πρώτος αναφέρεται στο κοινό χαρακτηριστικό των δοκιμιών της κάθε παρτίδας και αποτυπώνεται με ένα γράμμα π.χ. :

- Α - Δ : για τα δοκίμια της μικρής διαμέτρου (Φ10)
- Β - Ε : για τα δοκίμια της μεσαίας διαμέτρου (Φ12, Φ16)
- Γ - Ζ : για τα δοκίμια της μεγάλης διαμέτρου (Φ20)

Ο δεύτερος χαρακτήρας αποτελείται από έναν αριθμό, από το 1 έως το 30 και δηλώνει τον αύξοντα αριθμό του δοκιμίου. Έτσι π.χ. το δοκίμιο Β25 είναι το 25<sup>ο</sup> δοκίμιο από την 30άδα των ράβδων μεσαίας διαμέτρου χωρίς μέτρηση της ενεργείας θραύσης.

### **3.1.4) ΧΑΡΑΞΗ**

Όλα τα δοκίμια πριν από την δοκιμή του εφελκυσμού χαράχτηκαν ανά διαστήματα 5 χιλιοστών προκειμένου να καθοριστεί το  $l_0$  (βλ. 3.2.2. σελ. 39) και κατ' επέκταση να υπολογιστεί το  $A_5$  και  $A_{10}$ .

### **3.2) ΔΟΚΙΜΗ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΥ**

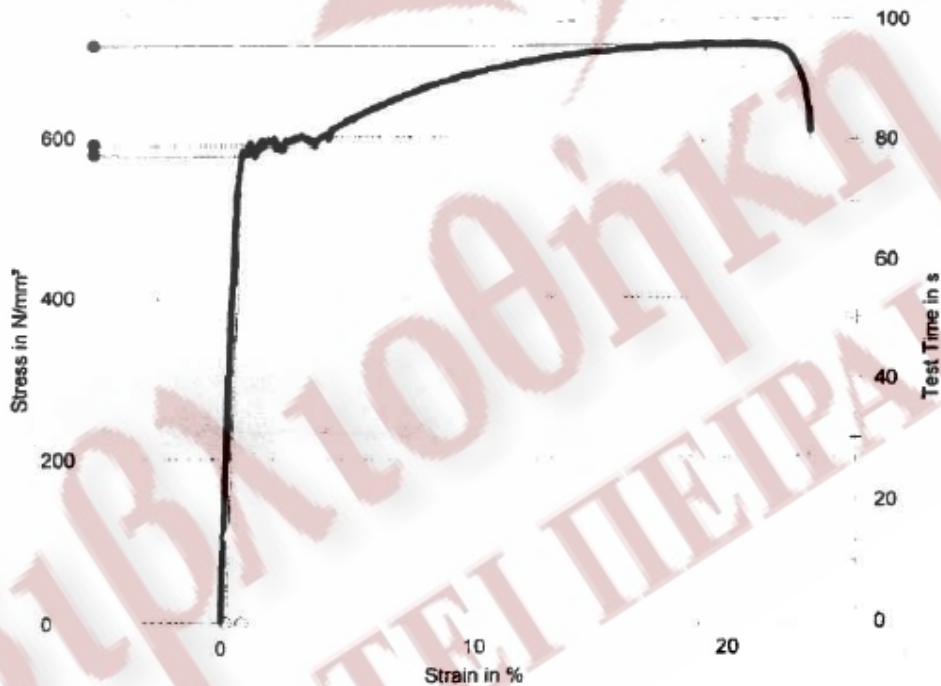
Για να εξετάσουμε τις μηχανικές ιδιότητες των υπό εξέταση κάθε φορά «παρτίδων», ακολουθήσαμε τα αναφερόμενα στα πρότυπα (ΕΛΟΤ1045, ΕΛΟΤ971). Παρακάτω, θα αναφερθούν τα διαγράμματα εφελκυσμού, τα μεγέθη που απορρέουν από αυτήν τη διαδικασία αλλά και ο τρόπος υπολογισμού αυτών.

Επειδή κατά τη διάρκεια των δοκιμών εφελκυσμού παρατηρήθηκε ότι το σημείο θραύσης των δοκιμίων σε αρκετά από αυτά γινόταν πλησίον της μίας εκ των δύο αρπαγών και δεν ήταν δυνατόν να γίνει με τρόπο απόλυτα ορθό και ασφαλή η μέτρηση της ανηγμένης επιμήκυνσης  $A_{10}$ , αποφασίσθηκε να μη μετρηθεί το συγκεκριμένο μέγεθος παρά μόνο η επιμήκυνση  $A_5$  της οποίας η μέτρηση γίνεται ευκολότερα ακόμη και σε δοκίμια μικρότερου μήκους των 500mm

### 3.2.1) ΕΠΙΛΟΓΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ – ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ - ΠΙΝΑΚΕΣ

Τα διαγράμματα της δοκιμής του εφελκυσμού επιλέχθηκαν να είναι διαγράμματα τάσης – ανηγμένης παραμόρφωσης για τις ομάδες των δοκιμίων Α, Β, Γ και τάσης – απόλυτης παραμόρφωσης για τις ομάδες Δ, Ε και Ζ. Ακολουθούν 4 διαγράμματα της κάθε ομάδας στις επόμενες σελίδες.

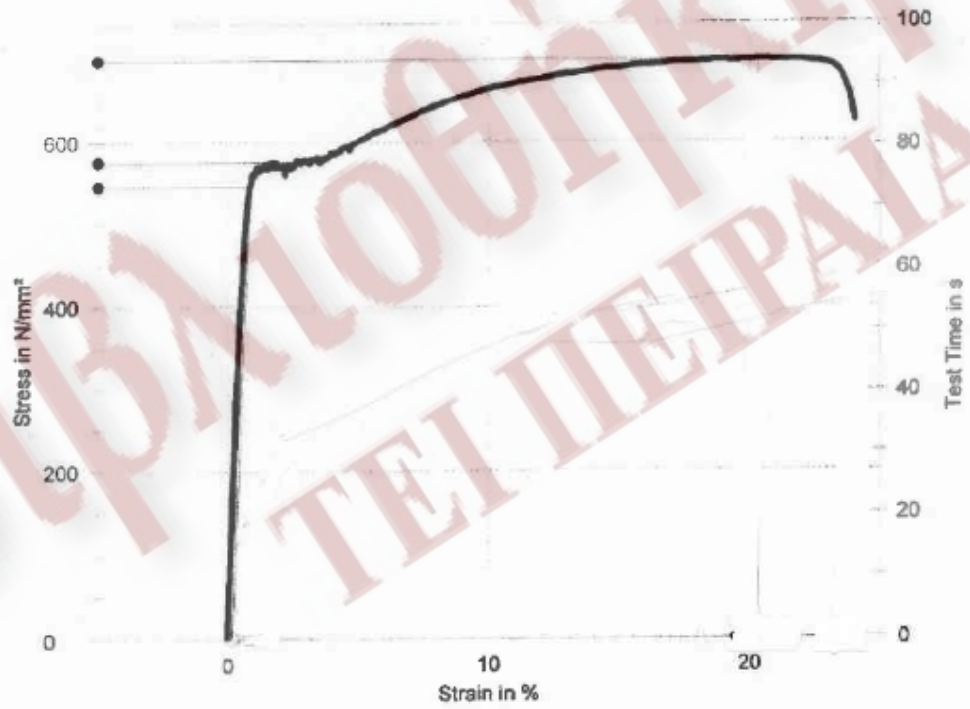
#### ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ Α(1)



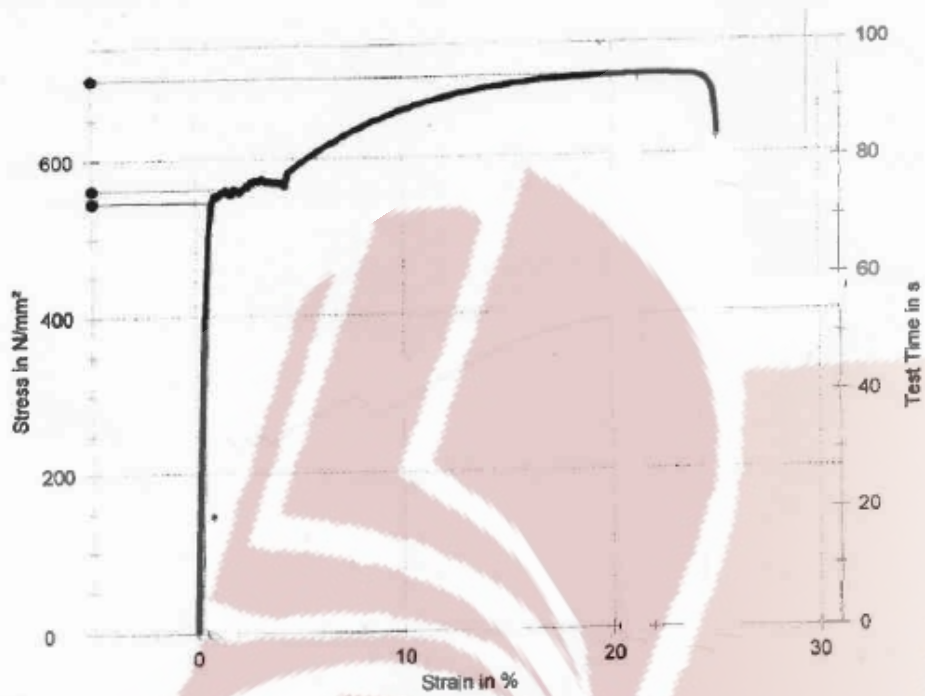
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ Α(2)



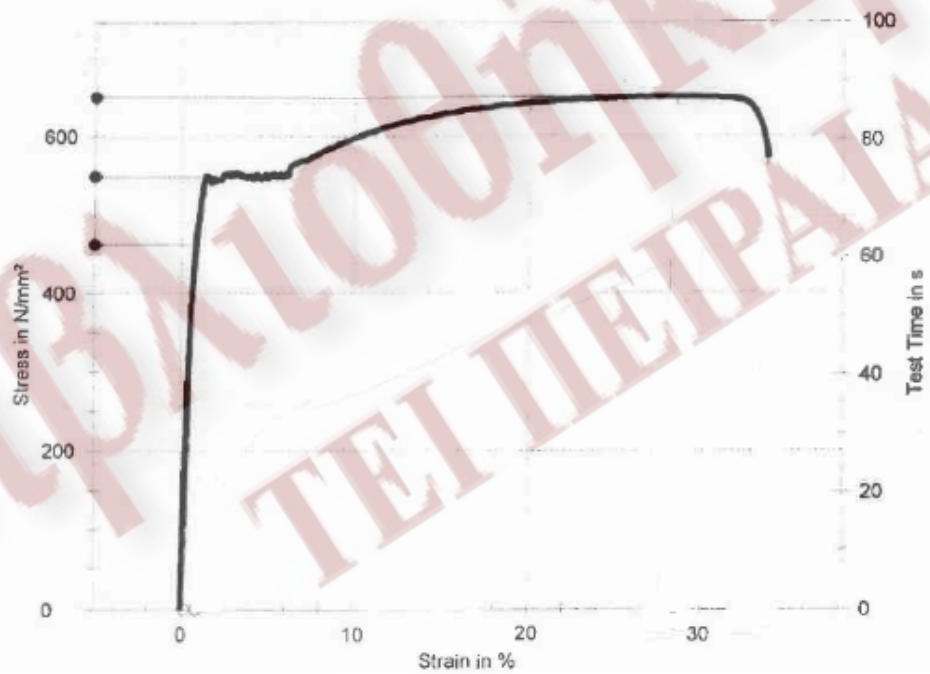
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ Α(3)



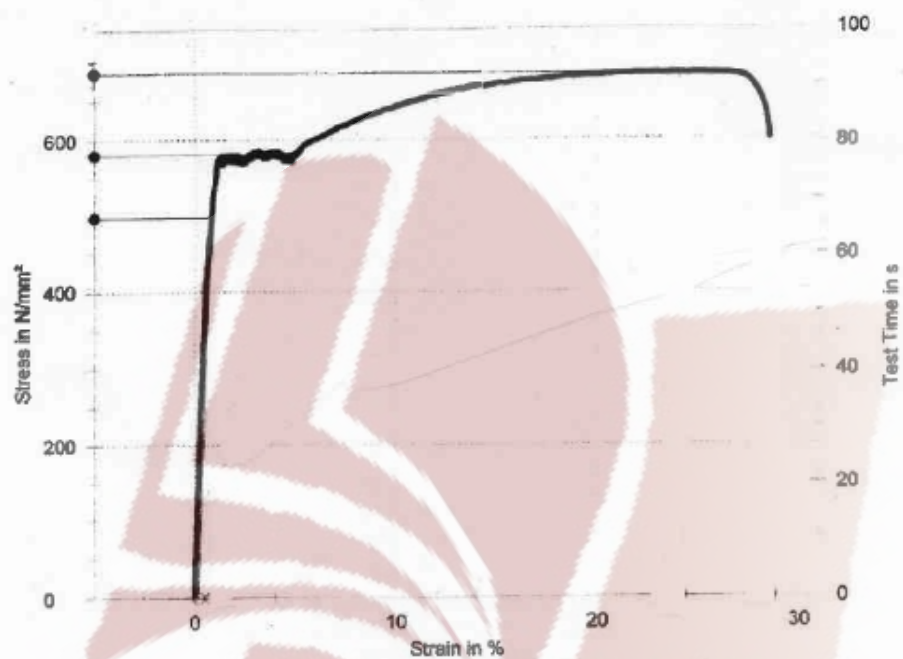
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ Α(4)



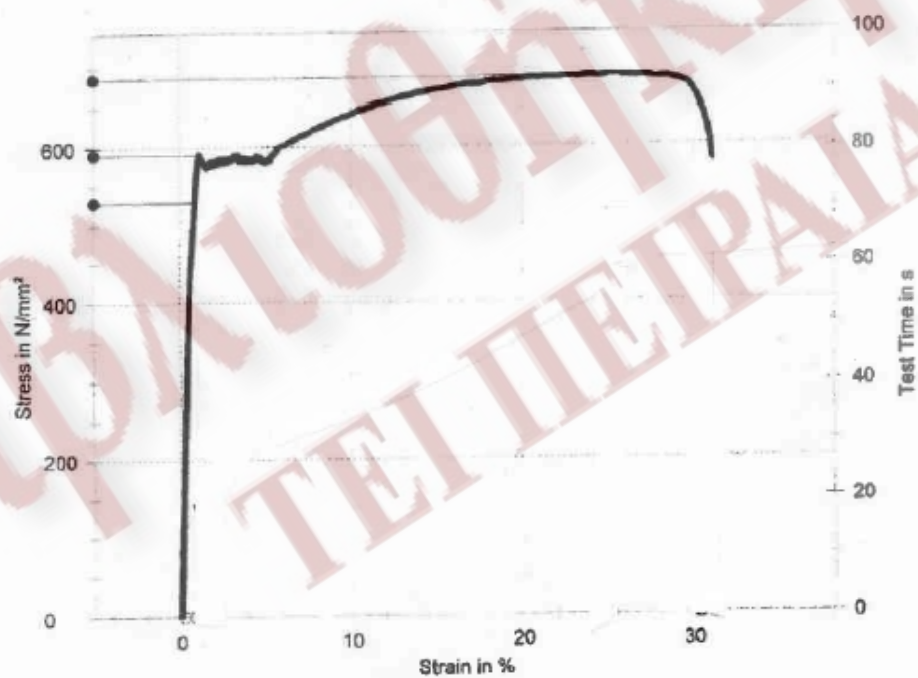
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ Β(1)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ Β(2)

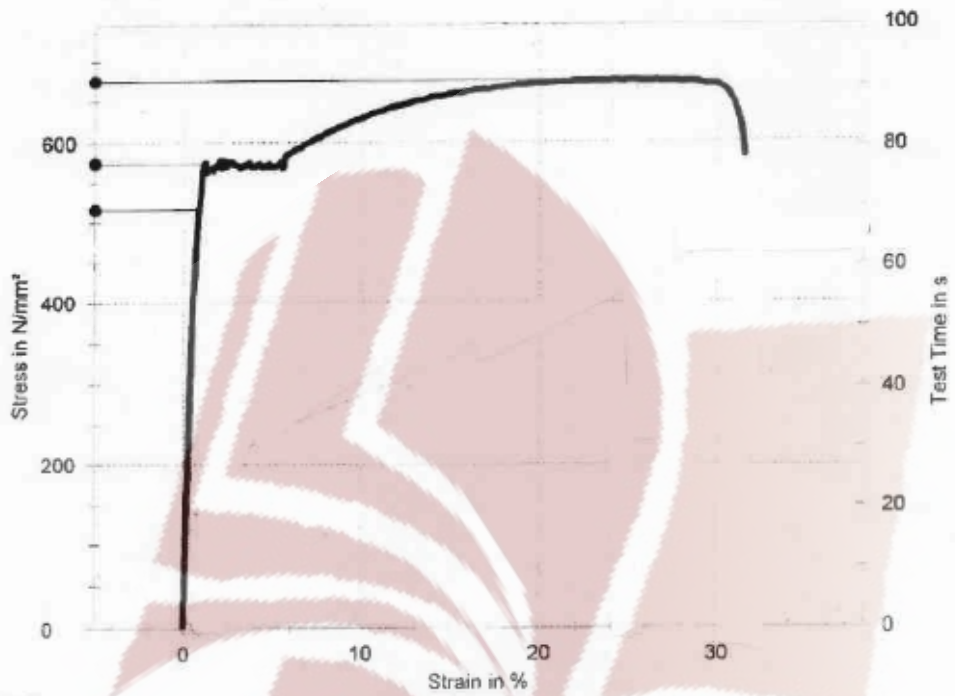


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ Β(3)

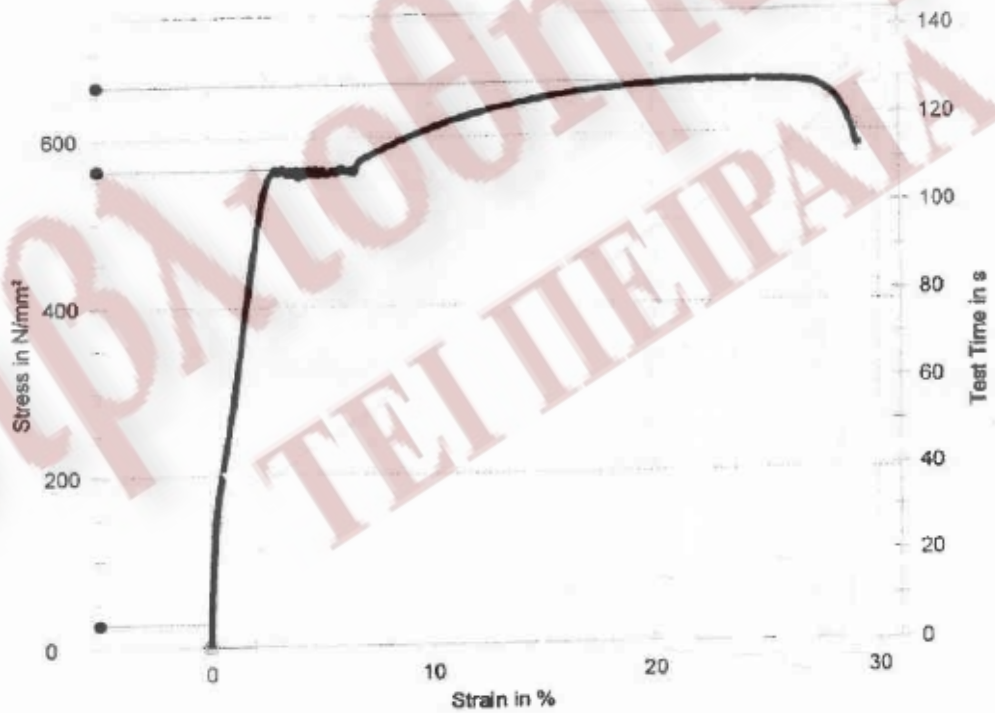




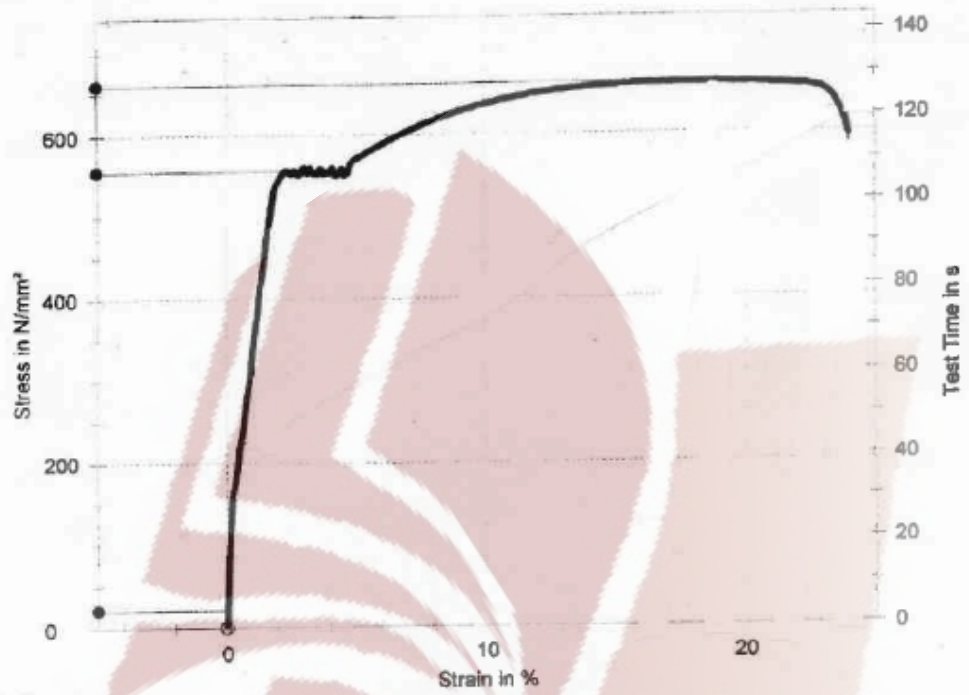
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ Β(4)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ Γ(1)



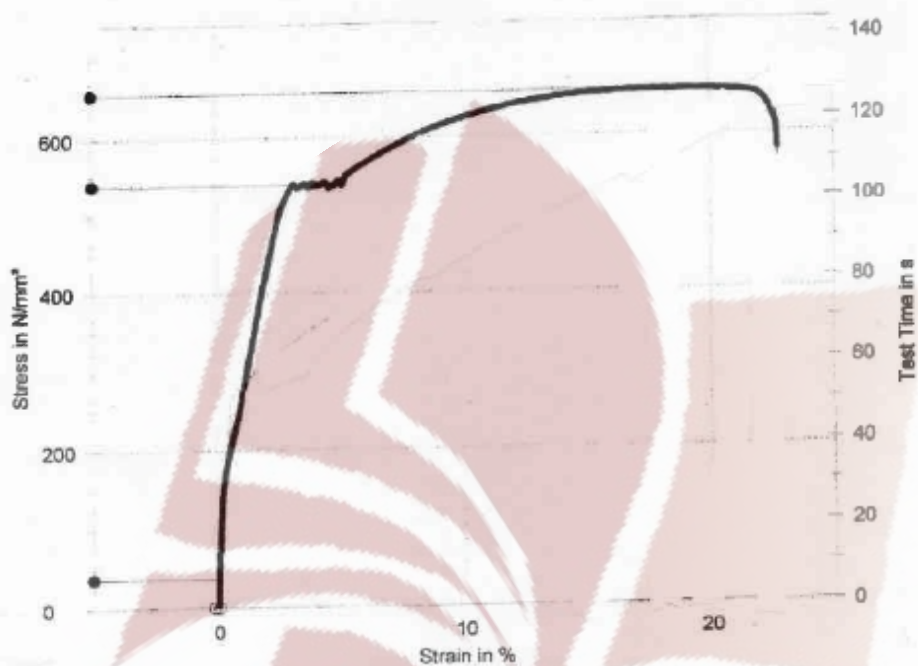
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ Γ(2)



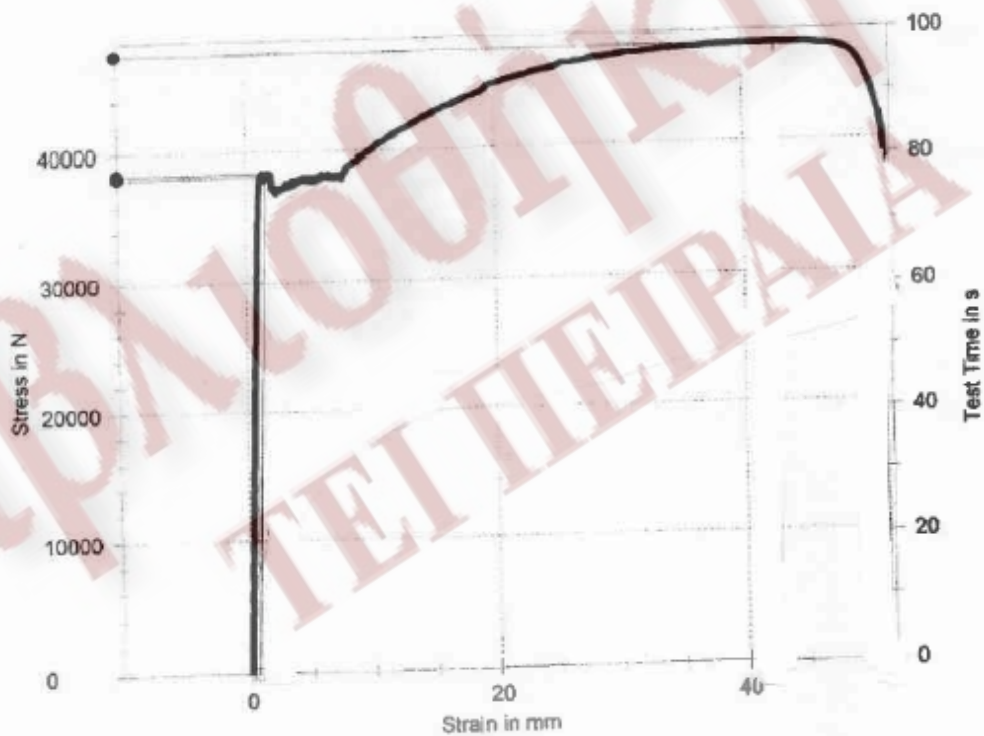
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ Γ(3)



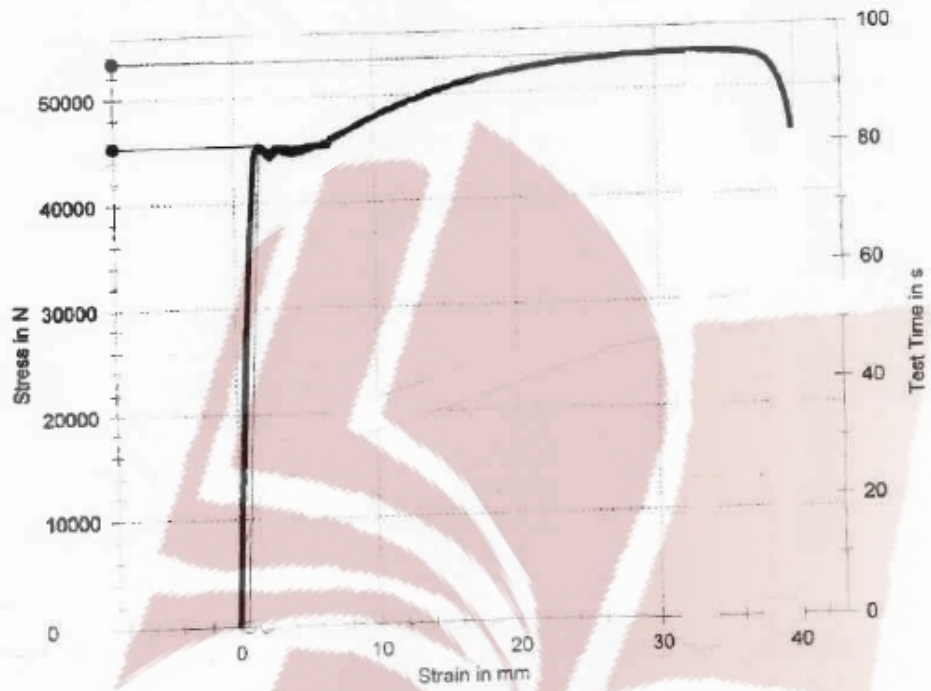
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ Γ(4)



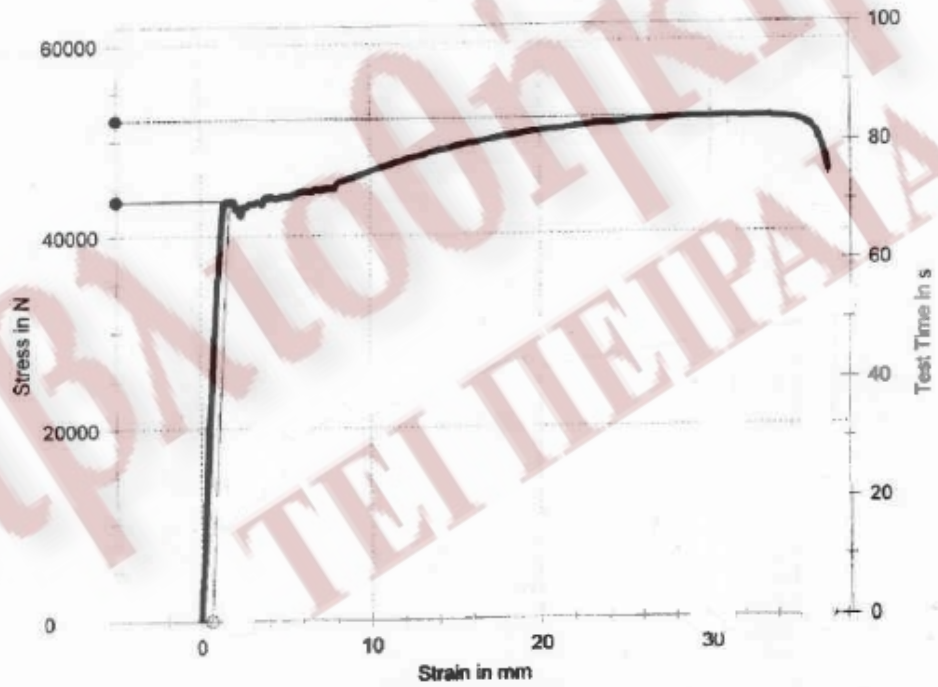
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ Δ(1)



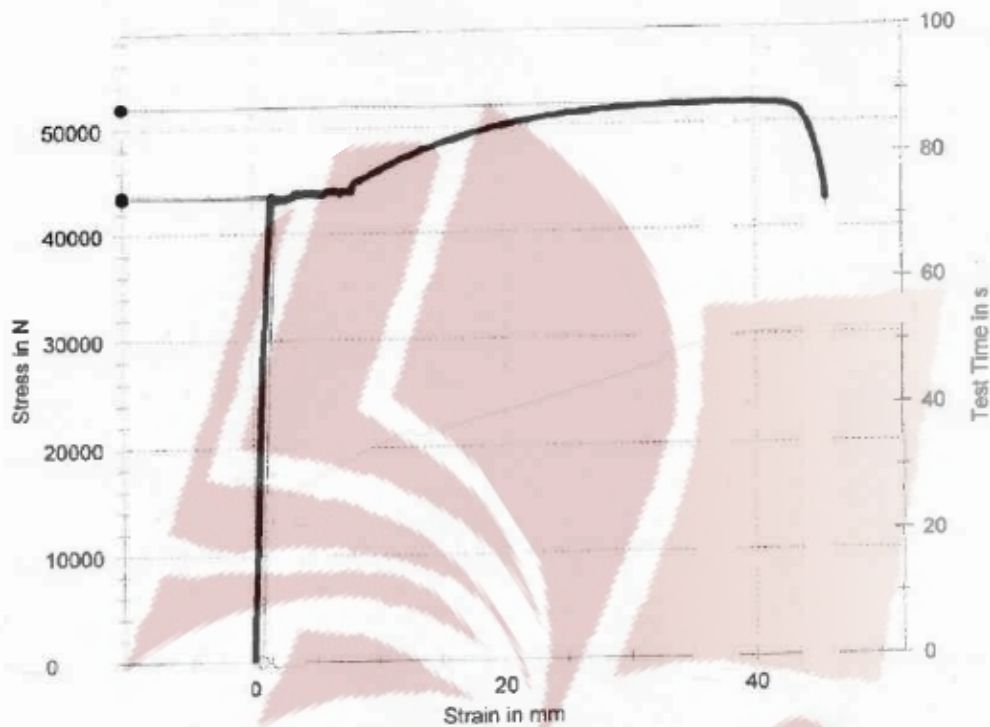
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ Δ(2)



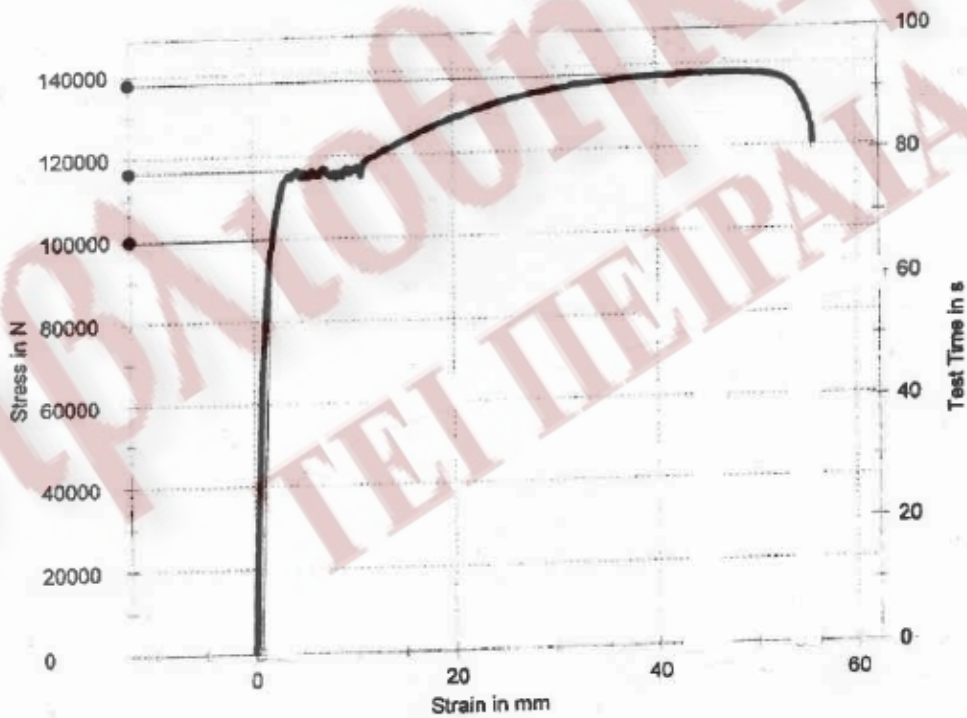
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ Δ(3)



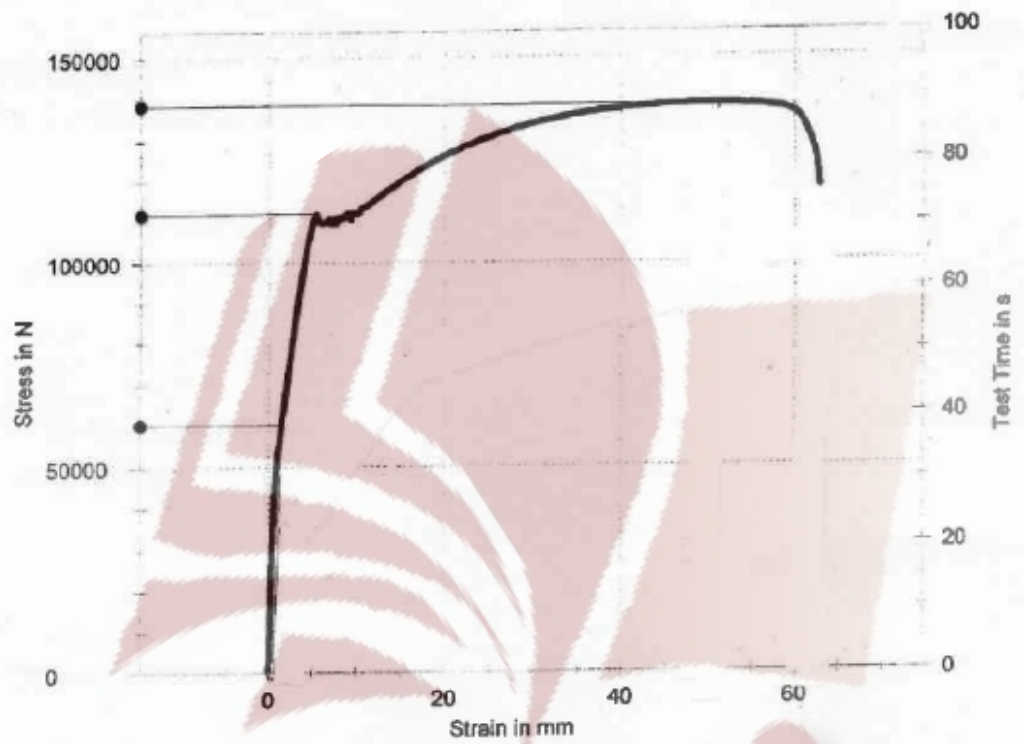
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ Δ(4)



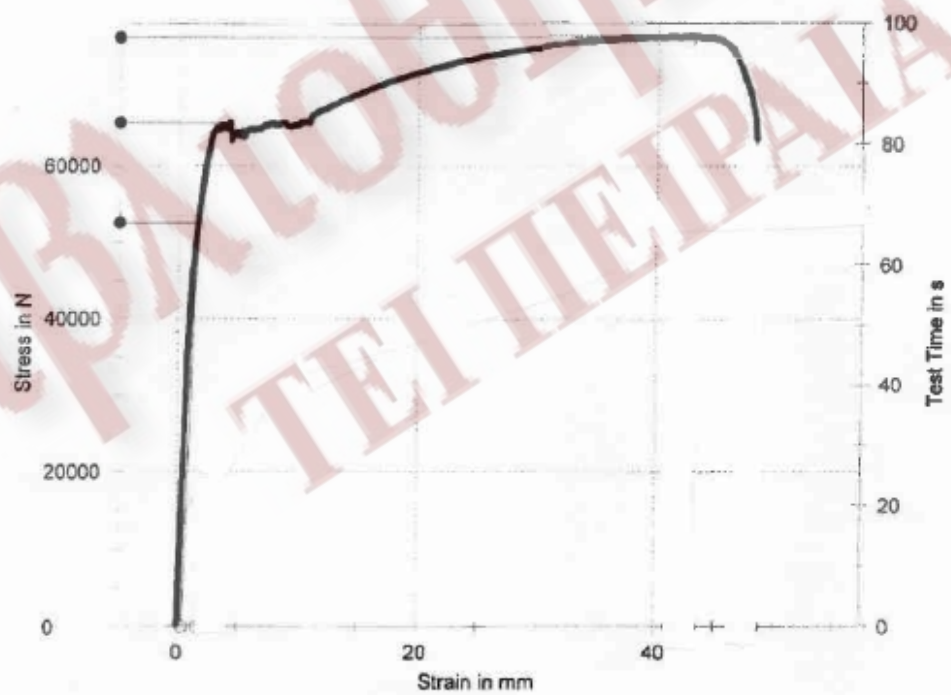
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ Ε(1)



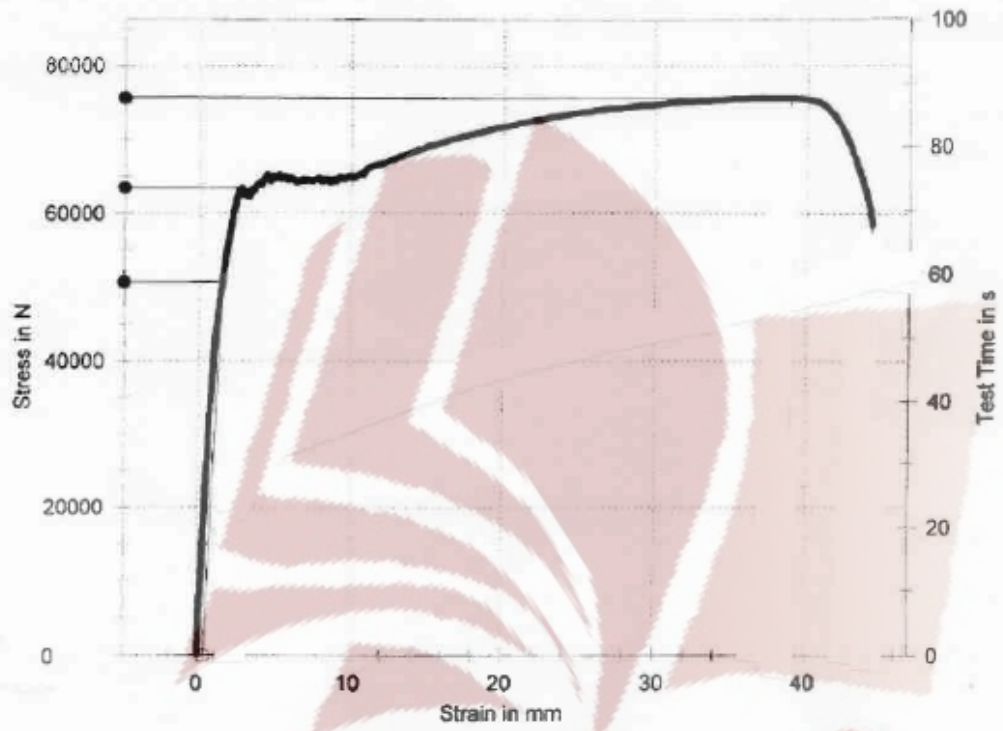
### ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ Ε(4)



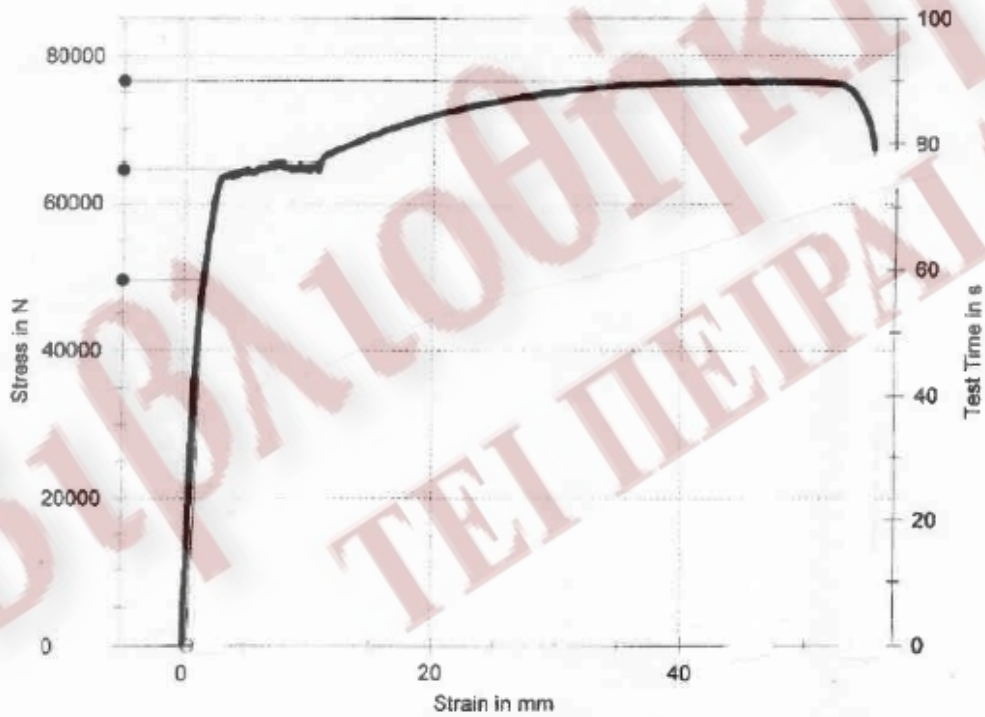
### ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ Ζ(1)



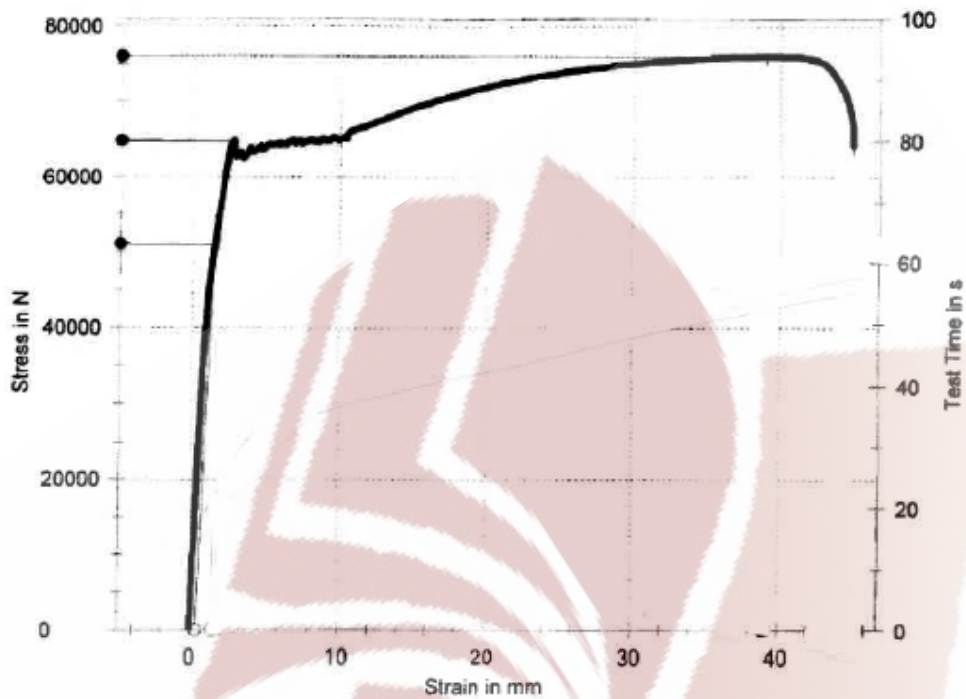
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ Z(2)



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ Z(3)



#### ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ Z(4)



Με βάση αυτές τις ιδιότητες του υπό εξέταση δοκιμίου και του διαγράμματος εφελκυσμού του, ακολουθούν πίνακες με μεγέθη που απορρέουν από αυτά. Στον πίνακα της πρώτης ομάδας αναφέρονται λεπτομερώς τα μεγέθη που χρησιμοποιήθηκαν ενώ στους υπόλοιπους μόνο τα μεγέθη που μας ενδιαφέρουν στην παρούσα πτυχιακή.



## ΟΜΑΔΑ (Α) Φ10mm

A/A	Re	Rm	Rm/Re	A <sub>5</sub>	Agt %	
A1	571	675	1,18	20,00	8,30	
A2	600	693	1,16	19,00	9,20	
A3	588	691	1,18	19,50	7,90	
A4	591	689	1,17	24,00	11,50	
A5	592	691	1,17	20,00	9,00	
A6	581	679	1,17	22,50	8,60	
A7	562	672	1,20	23,00	7,90	
A8	586	683	1,17	21,50	9,00	
A9	581	689	1,19	21,00	12,00	
A10	585	683	1,17	22,50	7,80	
A11	567	671	1,18	23,50	8,50	
A12	565	678	1,20	22,50	8,00	
A13	586	685	1,17	19,50	8,50	
A14	580	694	1,20	21,00	8,50	
A15	576	696	1,21	22,00	9,20	
A16	545	677	1,24	21,00	8,90	
A17	553	672	1,22	21,50	8,80	
A18	559	671	1,20	20,00	8,50	
A19	608	698	1,15	20,00	10,30	
A20	576	682	1,18	21,00	10,30	
A21	564	670	1,19	21,00	8,20	
A22	571	665	1,16	21,00	8,30	
A23	592	726	1,23	20,00	9,20	
A24	573	707	1,23	19,00	9,00	
A25	577	709	1,23	21,00	8,70	
A26	571	701	1,23	21,50	9,10	
A27	590	712	1,21	22,00	9,60	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (1)
A28	568	696	1,23	22,50	8,90	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (2)
A29	575	698	1,21	21,00	9,10	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (3)
A30	561	702	1,25	21,50	9,70	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (4)

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ  
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΟΜΑΔΑ (B) Φ12mm

A/A	Re	Rm	Rm/Re	A <sub>5</sub>	Agt %
B1	544	663	1.22	23.50	12.10
B2	553	669	1.21	23.00	11.10
B3	569	677	1.19	23.00	10.60
B4	575	687	1.19	23.50	11.50
B5	576	683	1.19	24.00	11.20
B6	587	693	1.18	21.00	9.00
B7	554	668	1.21	23.50	12.50
B8	551	664	1.21	24.00	11.30
B9	551	662	1.20	24.50	11.80
B10	570	690	1.21	22.50	10.60
B11	564	660	1.17	24.00	12.20
B12	552	670	1.21	22.00	11.00
B13	549	649	1.18	23.50	11.80
B14	580	685	1.18	21.00	10.00
B15	591	686	1.16	21.50	11.10
B16	574	675	1.18	21.50	10.40
B17	570	683	1.20	21.00	10.20
B18	575	669	1.16	21.50	10.70
B19	559	655	1.17	22.00	10.50
B20	620	715	1.15	21.00	9.90
B21	555	664	1.20	24.00	11.10
B22	575	683	1.19	23.50	11.00
B23	564	663	1.18	22.00	11.40
B24	555	655	1.18	22.50	11.20
B25	577	681	1.18	23.00	11.70
B26	568	665	1.17	23.00	11.40
B27	545	665	1.22	23.50	11.00
B28	575	673	1.17	23.50	10.70
B29	578	690	1.19	23.50	10.50
B30	578	690	1.19	23.50	10.60

- ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (1)
- ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (2)
- ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (3)
- ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (4)

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ  
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

## ΟΜΑΔΑ (Γ) Φ20mm

A/A	Re	Rm	Rm/Re	A5	Agt%
Γ1	583	699	1.20	21.00	12.80
Γ2	558	675	1.21	22.00	13.10
Γ3	537	643	1.20	20.00	12.10
Γ4	542	652	1.20	20.00	14.10
Γ5	556	679	1.22	19.50	11.40
Γ6	523	639	1.22	23.50	12.60
Γ7	523	640	1.22	24.00	12.50
Γ8	533	649	1.22	24.00	11.40
Γ9	534	650	1.22	23.00	12.10
Γ10	546	675	1.24	21.00	11.10
Γ11	543	676	1.24	20.00	10.90
Γ12	543	675	1.24	19.50	10.70
Γ13	530	644	1.24	23.00	11.40
Γ14	532	648	1.22	22.00	11.80
Γ15	531	648	1.22	21.00	10.50
Γ16	537	649	1.21	24.00	11.90
Γ17	539	650	1.21	22.00	11.30
Γ18	540	649	1.20	20.00	12.20
Γ19	542	669	1.23	20.00	10.70
Γ20	540	644	1.19	21.00	11.30
Γ21	548	651	1.19	21.50	12.40
Γ22	545	642	1.18	21.50	12.50
Γ23	541	640	1.18	22.00	12.90
Γ24	532	616	1.16	21.00	12.60
Γ25	563	662	1.18	22.00	11.30
Γ26	556	660	1.19	22.00	12.00
Γ27	553	657	1.19	21.00	11.70
Γ28	539	655	1.22	21.00	11.00
Γ29	535	650	1.21	24.00	12.30
Γ30	545	673	1.23	21.50	11.60

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (1)

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (2)

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (3)

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (4)

## ΟΜΑΔΑ (Δ) Φ10mm

A/A	m	L	m/L	So	F,Re	Fm	Re	Rm	Rm/Re	A <sub>5</sub>	Agt %	Wbreak
Δ1	315	520	0.606	77.20	38445.60	47555.20	498	616	1.24	27.00	13.81	2255
Δ2	323	524	0.616	78.48	45361.44	53366.40	578	680	1.18	22.00	8.84	1974
Δ3	322	526	0.612	77.97	43741.17	52161.93	561	669	1.19	22.00	8.33	1780
Δ4	324	533	0.608	77.46	43609.98	51898.20	563	670	1.19	23.00	11.14	2208
Δ5	326	539	0.605	77.08	42239.84	52876.88	548	686	1.25	18.00	8.44	2052
Δ6	324	537	0.603	76.82	43326.48	53236.26	564	693	1.23	18.00	7.85	1745
Δ7	320	527	0.607	77.33	42840.82	52507.07	554	679	1.23	21.00	7.84	2197
Δ8	325	540	0.602	76.69	44556.89	54449.90	581	710	1.22	19.00	9.36	2033
Δ9	315	523	0.602	76.69	40415.63	49158.29	527	641	1.22	23.00	12.32	2289
Δ10	326	525	0.621	79.16	47100.20	54462.08	595	688	1.16	19.00	8.44	1823
Δ11	329	548	0.600	76.44	41965.56	50450.40	549	660	1.20	21.00	8.33	1642
Δ12	318	528	0.602	76.69	41796.05	51382.30	545	670	1.23	22.00	10.34	2238
Δ13	316	520	0.608	77.46	42138.24	50891.22	544	657	1.21	22.00	14.13	2370
Δ14	313	518	0.604	76.95	40321.80	49171.05	524	639	1.22	23.00	13.82	2450
Δ15	326	522	0.625	79.63	44752.06	53511.36	562	672	1.20	19.00	8.54	1806
Δ16	318	521	0.610	77.71	41807.98	50122.95	538	645	1.20	22.00	10.32	2219
Δ17	318	523	0.608	77.46	41767.11	50503.92	539	652	1.21	23.50	9.33	2037
Δ18	314	517	0.607	77.33	42376.84	50960.47	548	659	1.20	24.00	10.13	2142
Δ19	321	524	0.613	78.10	45532.30	53732.80	583	688	1.18	21.00	9.54	2161
Δ20	315	517	0.609	77.59	41045.11	49967.96	529	644	1.22	23.00	9.32	1931
Δ21	323	517	0.625	79.63	43637.24	51998.39	548	653	1.19	23.00	12.73	2455
Δ22	319	518	0.616	78.48	47323.44	56505.60	603	720	1.19	17.00	8.36	1959
Δ23	327	547	0.598	76.19	42361.64	50971.11	556	669	1.20	22.00	11.73	1932
Δ24	316	524	0.603	76.82	41175.52	50163.46	536	653	1.22	22.00	9.73	2043
Δ25	314.5	526	0.598	76.19	42285.45	50894.92	555	668	1.20	21.00	7.53	1668
Δ26	331	539	0.614	78.22	43959.64	54441.12	562	696	1.24	20.00	10.85	2201
Δ27	318	524	0.607	77.33	44851.40	53048.38	580	686	1.18	20.00	9.34	1972
Δ28	317	521	0.608	77.46	44616.96	54144.54	576	699	1.21	20.00	10.35	2060
Δ29	317	522	0.607	77.33	43768.78	53435.03	566	691	1.22	21.00	9.85	1979
Δ30	307	510	0.602	76.69	40799.08	49388.36	532	644	1.21	24.00	8.32	1904

↗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (1)  
 ↗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (2)  
 ↗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (3)  
 ↗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (4)

## ΟΜΑΔΑ (E) Φ16mm

A/A	m	L	kg/m	So	F,Re	Fm	Re	Rm	Rm/Re	A <sub>5</sub>	Agt %	Wbreak
Δ1	797	512	1.557	198.3	116309	137780	587	695	1.18	21.50	9.10	7097
Δ2	802	512	1.566	199.5	115908	137175	581	687	1.18	20.00	10.50	7627
Δ3	811	520	1.560	198.7	111236	133044	560	670	1.20	21.80	14.20	8521
Δ4	825	522	1.580	201.3	111816	138464	555	688	1.24	23.00	11.00	7919
Δ5	805	515	1.563	199.1	111838	133889	562	672	1.20	22.50	12.90	7673
Δ6	820	519	1.580	201.3	113567	136838	564	680	1.20	23.00	11.00	7672
Δ7	815	522	1.561	198.9	113205	136179	569	684	1.20	22.50	12.00	8077
Δ8	803	511	1.571	200.2	121146	146179	605	730	1.21	19.50	9.90	7876
Δ9	832.5	530	1.571	200.1	109213	133619	546	668	1.22	21.50	12.20	8145
Δ10	802	515	1.557	198.4	115605	137833	583	695	1.19	—	10.00	7148
Δ11	806	515	1.565	199.4	112171	136305	563	684	1.22	20.50	12.20	7752
Δ12	789	509	1.550	197.5	112709	135881	571	688	1.21	21.00	11.00	7315
Δ13	815	520	1.567	199.7	116482	140314	583	703	1.20	20.00	10.00	7186
Δ14	842	533	1.580	201.2	113043	134696	562	669	1.19	20.50	11.50	7561
Δ15	798	513	1.556	198.2	107556	131894	543	666	1.23	—	11.00	7164
Δ16	828	529	1.565	199.4	112195	136973	563	687	1.22	20.00	13.50	7952
Δ17	828.5	522	1.587	202.2	108957	134492	539	665	1.23	22.00	11.10	7682
Δ18	843	536	1.573	200.4	116659	140689	582	702	1.21	23.00	10.50	7826
Δ19	796	510	1.561	198.8	108051	131864	543	663	1.22	—	13.50	8037
Δ20	776	499	1.555	198.1	108773	133177	549	672	1.22	20.00	11.20	7043
Δ21	801	515	1.555	198.1	108400	131858	547	666	1.22	22.50	12.00	7483
Δ22	778	495	1.572	200.2	117886	139610	589	697	1.18	—	10.00	6220
Δ23	863	541	1.595	203.2	114056	138589	561	682	1.22	22.00	13.00	7272
Δ24	821	520	1.579	201.1	108632	134413	540	668	1.24	22.50	11.50	8011
Δ25	816	516	1.581	201.5	117089	138841	581	689	1.19	23.50	11.50	8095
Δ26	862	549	1.570	200	114680	137257	573	686	1.20	21.50	11.20	7856
Δ27	819	517	1.584	201.8	116634	139192	578	690	1.19	20.50	11.80	7512
Δ28	835	532	1.570	199.9	111427	135381	557	677	1.21	—	11.20	7755
Δ29	858	550	1.560	198.7	110655	134333	557	676	1.21	21.50	10.00	7550
Δ30	807	505	1.598	203.6	112822	137895	554	677	1.22	24.00	11.00	8503

↗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (1)

↗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (2)

↗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (3)

↗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (4)

## ΟΜΑΔΑ (Z) Φ20mm

A/A	m	L	kg/m	So	F <sub>r</sub> Re	F <sub>m</sub>	Re	R <sub>m</sub>	R <sub>m</sub> /Re	A5	Agt %	Wbreak
Z1	489	558	0.876	111.6	65668	76687	588	687	1.17	21.0	8.10	3410
Z2	488	557	0.876	111.6	63453	75715	569	678	1.19	18.0	7.60	3073
Z3	486	555	0.876	111.6	64639	76546	579	686	1.18	19.0	9.90	3944
Z4	493	564	0.874	111.4	64872	76002	583	683	1.17	18.0	8.30	3145
Z5	485	554	0.875	111.5	64258	76465	576	686	1.19	19.5	9.00	3553
Z6	487	559	0.871	111.0	64417	76337	580	688	1.19	20.0	9.60	3832
Z7	502	579	0.867	110.4	64915	76099	588	689	1.17	—	9.30	3416
Z8	492	570	0.863	110.0	64381	75333	586	685	1.17	22.0	10.30	3640
Z9	493	566	0.871	111.0	58658	71976	529	649	1.23	21.7	11.60	3623
Z10	496	569	0.872	111.0	59569	72872	536	656	1.22	21.0	11.60	3942
Z11	495	568	0.871	111.0	59839	72443	539	653	1.21	19.0	13.30	3862
Z12	494	565	0.874	111.4	59832	72403	533	650	1.22	—	13.80	3920
Z13	497	568	0.875	111.5	59609	72618	535	651	1.22	21.8	10.30	3822
Z14	495	566	0.875	111.4	59014	72353	530	649	1.23	21.8	9.30	3576
Z15	497	568	0.875	111.5	59815	72987	537	655	1.22	19.0	11.00	3742
Z16	492	560	0.879	111.9	66098	77387	591	691	1.17	20.5	8.80	3529
Z17	495	567	0.873	111.2	58982	72930	530	656	1.24	—	12.50	4051
Z18	492	563	0.874	111.3	67022	78892	602	709	1.18	18.6	9.60	3611
Z19	490	562	0.872	111.1	65576	76459	590	688	1.17	19.0	8.70	3291
Z20	484	555	0.872	111.1	60147	72388	541	652	1.20	20.0	12.50	4350
Z21	492	562	0.875	111.5	65309	76257	586	684	1.17	20.5	9.50	3713
Z22	491	561	0.875	111.5	64929	77136	582	692	1.19	19.5	11.60	3832
Z23	484	554	0.874	111.3	59578	72208	535	649	1.21	23.0	11.80	4237
Z24	487	558	0.873	111.2	58959	72544	530	652	1.23	18.0	10.00	3611
Z25	496	568	0.873	111.2	65300	77116	587	693	1.18	19.5	8.90	3575
Z26	499	569	0.877	111.7	66697	77721	597	696	1.17	22.0	8.00	3388
Z27	497	569	0.873	111.3	65127	75656	585	680	1.16	20.0	10.90	3555
Z28	499	569	0.877	111.7	69294	79252	620	709	1.14	—	7.50	2568
Z29	495	572	0.865	110.2	65270	76821	592	697	1.18	18.8	9.30	3614
Z30	508	579	0.877	111.8	67025	77760	600	696	1.16	18.0	8.90	3675

↑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (1)  
 ↑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (2)  
 ↑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (3)  
 ↑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (4)

### 3.2.2) ΣΥΜΒΟΛΑ ΚΑΙ ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΥΤΩΝ

Ακολουθούν ονομασίες που επεξηγούν τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται.

ΣΥΜΒΟΛΑ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΟΝΟΜΑΣΙΕΣ / ΟΡΙΣΜΟΙ
A/A	( - )	Αριθμός δοκιμίων
M	(gr)	Αρχική μάζα δοκιμίου, πριν οποιαδήποτε σήμανση ή κατεργασία
L	(mm)	Αρχικό συνολικό μήκος δοκιμίου, πριν οποιαδήποτε κατεργασία
L'	(mm)	Συνολικό μήκος δοκιμίου μετά τη θραύση, με συναρμογή των δύο ξεχωριστών τεμαχίων που δημιουργήθηκαν από αυτή (περιλαμβάνει μόνο τη μόνιμη παραμένουσα πλαστική παραμόρφωση μετά το πέρας θραύσης) / $L + \Delta L'_{(πλ)}$
So	(mm <sup>2</sup> )	Αρχική ισοδύναμη κυκλική διατομή δοκιμίου συνολικού αρχικού μήκους πριν από οποιαδήποτε κατεργασία / $127.4 * m / L$
Lo	(mm)	Αρχικό συνολικό καταπονούμενο μήκος, κατά τη δοκιμή εφελκυσμού, μεταξύ των σιαγώνων
Lo'	(mm)	Συνολικό καταπονούμενο μήκος δοκιμίου μετά τη θραύση, μεταξύ των σιαγώνων (περιλαμβάνει μόνο τη μόνιμη παραμένουσα πλαστική παραμόρφωση μετά το πέρας θραύσης) / $Lo + \Delta lo'_{(πλ)}$
lo	(mm)	Μήκος $5d_{(ov)}$ πριν τη δοκιμή εφελκυσμού, όπου $d_{(ov)}$ = η ονομαστική διατομή του δοκιμίου 20mm (Φ20) / $lo = 5 * 20 = 100mm$
lo'	(mm)	Μήκος $5d_{(ov)}$ μετά τη δοκιμή εφελκυσμού
E5	( % )	Συμβατική ανηγμένη μόνιμη επιμήκυνση (μετά τη θραύση) του τμήματος $5d$ του δοκιμίου στην περιοχή θραύσης / $(lo' - lo) / lo$
Fm	(KN)	Μέγιστο φορτίο, έναρξη θραύσης
Fy	(KN)	Φορτίο φανερού ορίου διαρροής
fm	(N/mm <sup>2</sup> )	Αντοχή εφελκυσμού / μέγιστη συμβατική τάση εφελκυσμού / έναρξη θραύσης (tensile / ultimate strength)

$f_y$	(N/mm <sup>2</sup> )	Τάση στο φανερό όριο διαρροής (yield strength)
$W_{total}$	(Joule)	Έργο στατικής και δυναμικής φόρτισης ( $W_{stat} + W_{dyn}$ )

### 3.2.3) ΤΡΟΠΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΜΕΓΕΘΩΝ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΥ

- Υπολογισμός  $l_0, l_0'$

Οι βέργες χάλυβα που χρησιμοποιούνται σ' αυτήν την πτυχιακή είναι διαμέτρου Φ10, Φ12, Φ16 και Φ20 mm. Κατά τον ΕΛΟΤ1045 – ΕΛΟΤ 971 πρέπει  $l_0 = 5 * d_{(ov)} = 5 * 20 \text{ mm} = 100 \text{ mm} = 20 \text{ διαστήματα} * 5 \text{ mm}$  για  $\Phi = 20\text{mm}$

$$l_0 = 5 * 10\text{mm} = 50\text{mm} = 10 \text{ διαστήματα} * 5\text{mm} \text{ για } \Phi = 10\text{mm}$$

$$l_0 = 5 * 12\text{mm} = 60\text{mm} = 12 \text{ διαστήματα} * 5\text{mm} \text{ για } \Phi = 12\text{mm}$$

$$l_0 = 5 * 16\text{mm} = 80\text{mm} = 16 \text{ διαστήματα} * 5\text{mm} \text{ για } \Phi = 16\text{mm}$$

Οι βέργες όλες πριν από τη δοκιμή εφελκυσμού πέρασαν από τη διαδικασία χάραξης (βλ. 3.1.4). Μετά τον εφελκυσμό για να μετρηθεί το μέγεθος  $l_0'$ , τα διαστήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω ισοκατανέμονται εκατέρωθεν του σημείου της αποκόλλησης. Αν αυτό δεν είναι εφικτό εφαρμόζουμε τη μέθοδο που αναφέρεται στον EURONORM 2-80 παρ.6.2 και ΕΛΟΤ1045.

- Υπολογισμός Έργων

Για τον υπολογισμό των έργων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό της μηχανής εφελκυσμού.



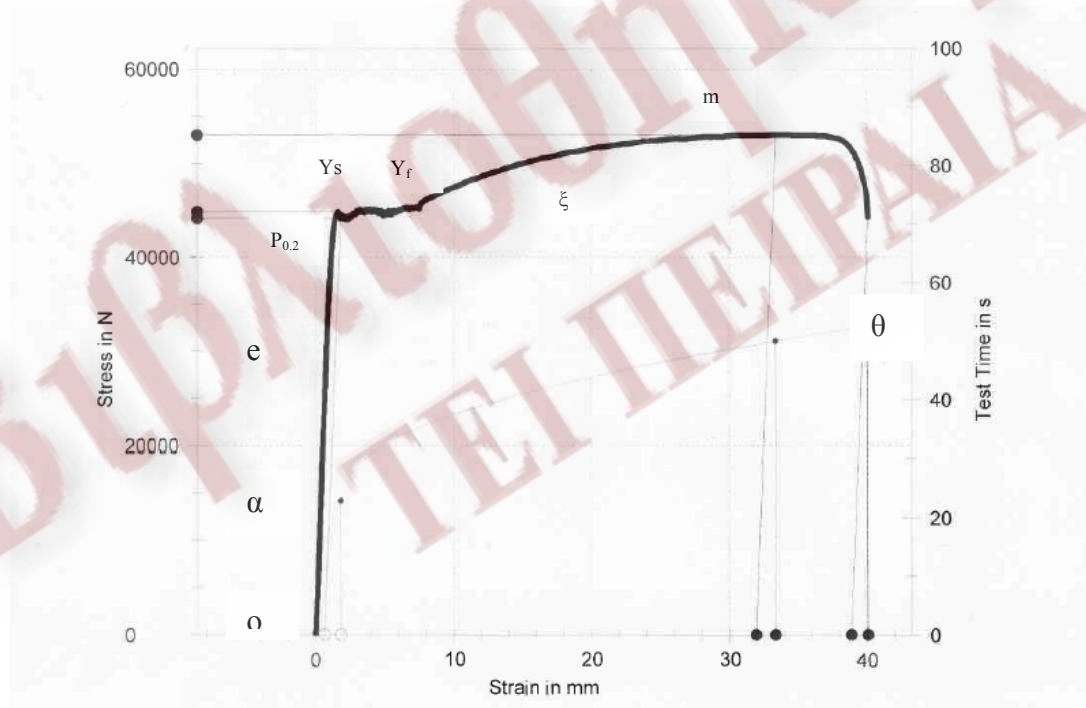
### 3.3) ΟΡΙΣΜΟΙ – ΣΥΜΒΟΛΑ – ΔΕΙΚΤΕΣ

#### ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΥ

##### 1. Οριακά σημεία καμπύλης εφελκυσμού

0	ο	Όριο ολίσθησης
1	α	Όριο αναλογίας
2	e	Όριο ελαστικότητας
3	$P_{0,2}$	Συμβατικό όριο διαρροής
4	$Y_s$	Φανερό όριο διαρροής (έναρξη)
5	$Y_F$	Φανερό όριο διαρροής (λήξη)
6	$Y_{max}$	Άνω όριο διαρροής
7	$Y_{min}$	Κάτω όριο διαρροής
8	m	Όριο θραύσης (έναρξη) – αντοχή εφελκυσμού
9	θ	Όριο αποκόλλησης (πέρασ θραύσης)
10	ξ	Τυχόν σημείο της καμπύλης

#### ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ Δ(27)



### 3.4) ΟΡΓΑΝΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ

Του εργαστηρίου ποιοτικού ελέγχου της Χαλυβουργικής Α.Ε.

Περιγραφή	Εταιρεία	Τύπος	Σειριακός Αριθμός	Διακρίβωση βαθμονόμηση	Πρότυπα Βαθμονόμησης
Κοπτικό μηχανήμα	MACC	TE 250	045-29163		
Μηχάνημα χάραξης	MOHR FEDERHAFF		4313	Εσωτερική βαθμονόμηση	Βαθμονόμηση συμφωνά με την βαθμονομημένη μετροταινία STARRETT
Μηχανή εφέλκυσμού range from 0 to 600 KN 0 to 200 KN 0 to 50 KN	ROELL ANSLER	UPN 1000	33/9501101	(βαθμονόμηση επιβαλλόμενου φορτίου) ALGOSYSTEMS S.A. 2.2.1999	EN 45001 ISO Guide 25
Λογισμικό μηχανής εφέλκυσμού (Roell Amsler Gottm)	Zwick GmbH & Co	Usm-Rathgeb	CT60-4451797 VRZ210-2009066	(βαθμονόμηση μετρητή επιμήκυνσης) ZUE 5.5.1995	DIN 55350 Teil 18 EN 10002 T4 Klasse 1
Μετροταινία 3m	STARRET			ALGOSYSTEMS S.A. 2.2.1999	EN 45001 ISO Guide 25
Electronic balance from 0 to 5 kg /1g	Bonso	323	76990	ALGOSYSTEMS S.A. 14.12.1998	EN 45001 ISO Guide 25

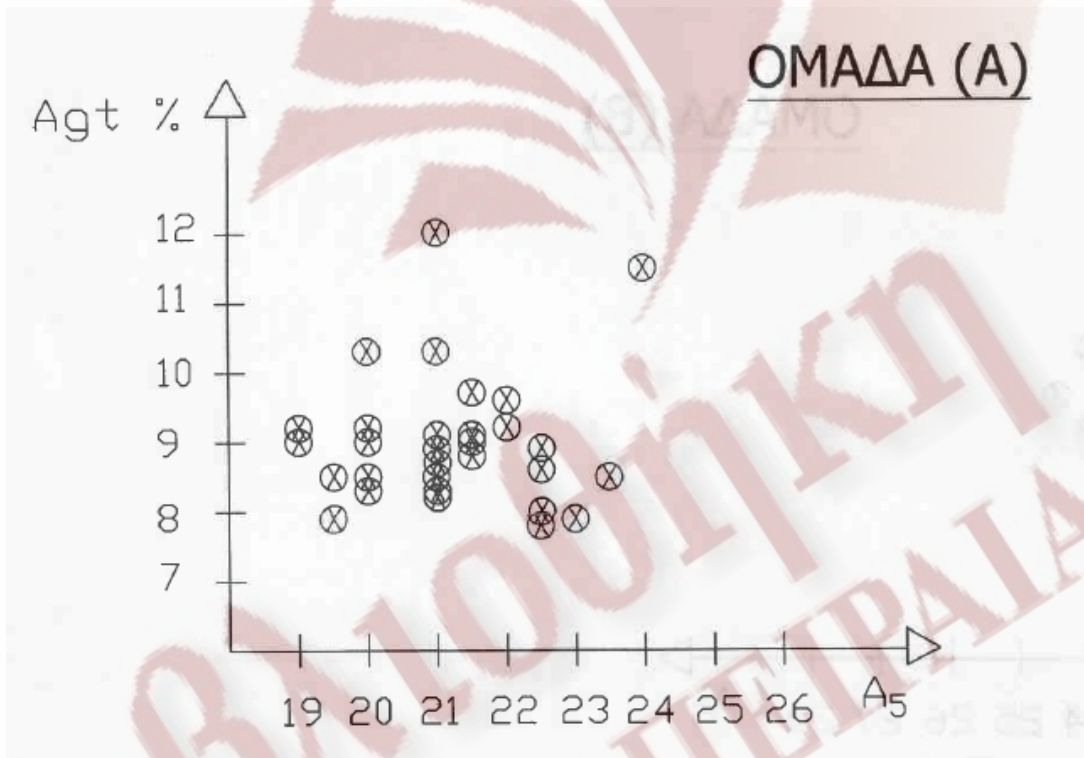


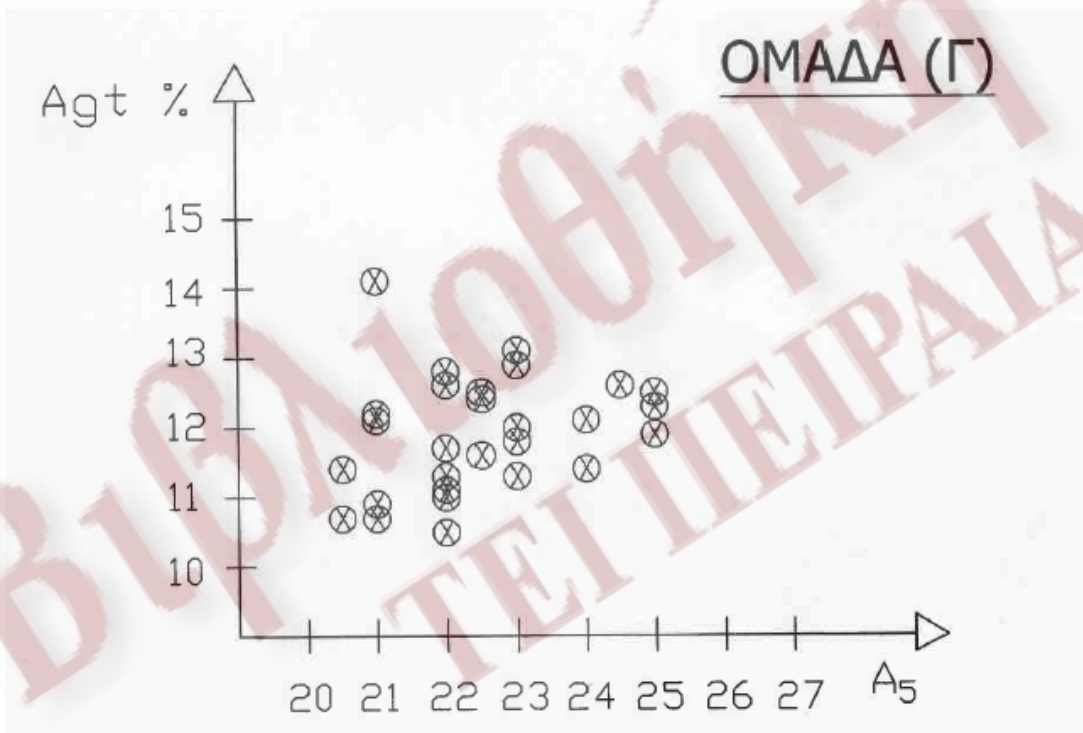
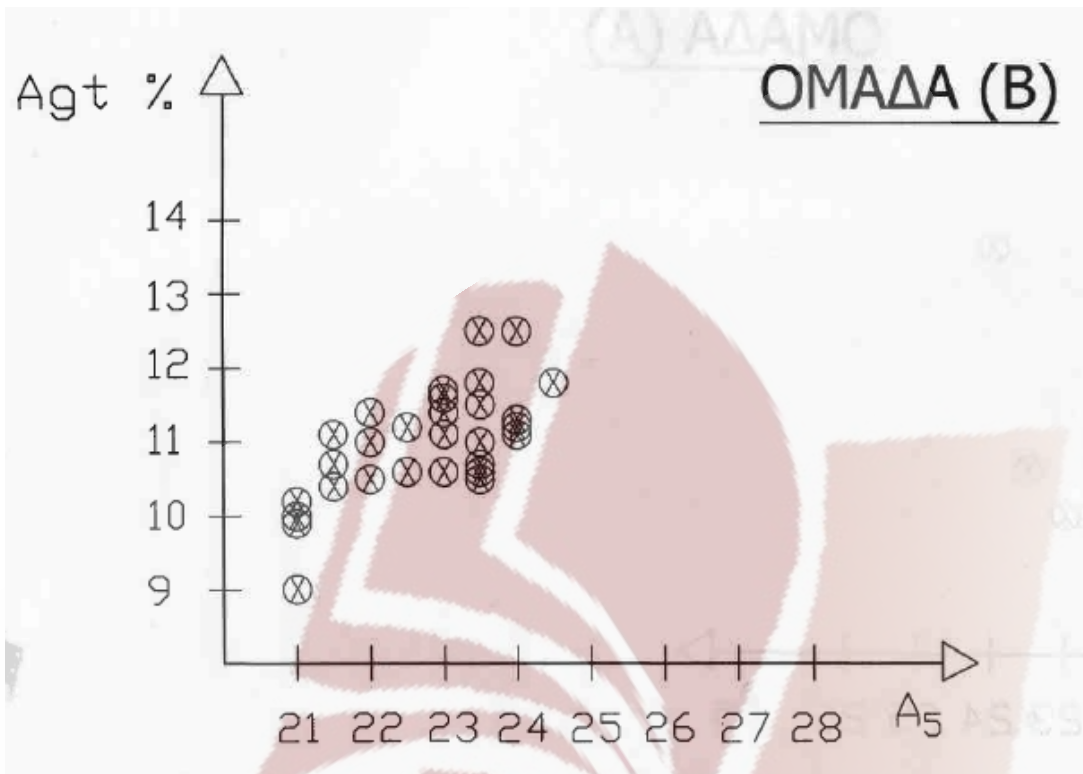
# **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>**

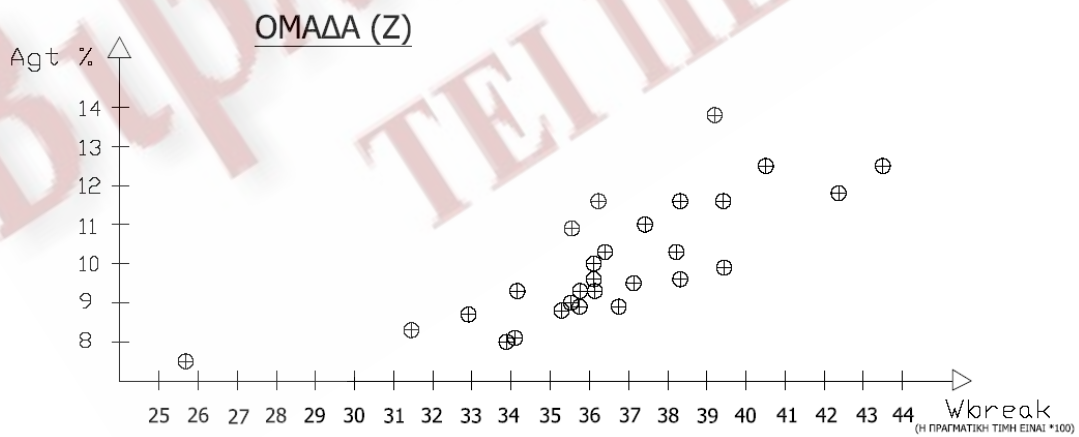
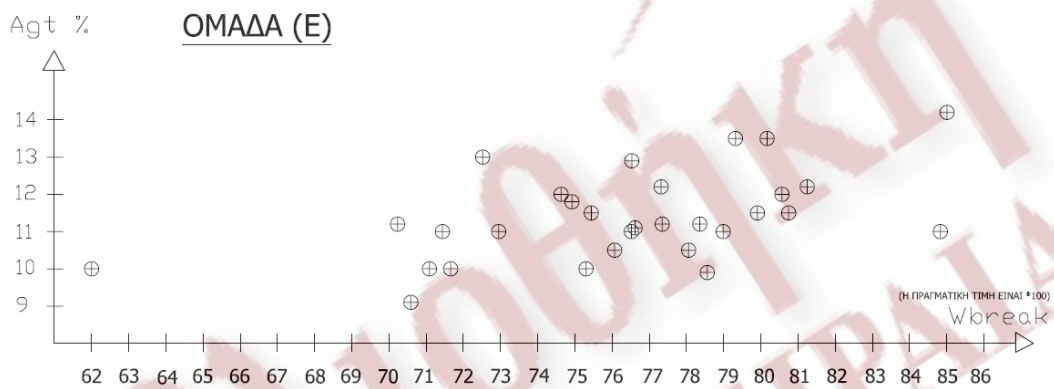
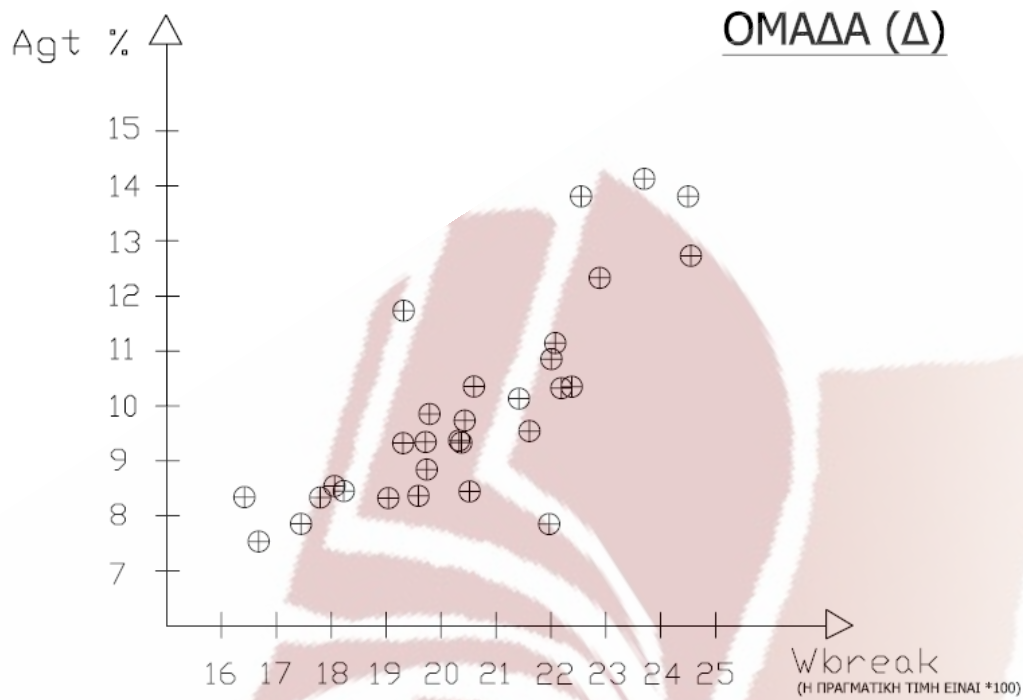
**«ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ**

**ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΩΝ»**

Τα διαγράμματα που ακολουθούν μας δείχνουν γραφικές απεικονίσεις των τιμών Agt% και  $A_5$  για τις τρεις πρώτες ομάδες των 30 δοκιμίων (Α), (Β), (Γ) και για τις τρεις τελευταίες ομάδες (Δ), (Ε), (Ζ) των 30 δοκιμίων έχουμε γραφικές απεικονίσεις των τιμών του Agt% με τις τιμές του  $W_{break}$ .







Παρατηρώντας την διασπορά των τιμών στα παραπάνω διαγράμματα δεν υπάρχει προφανή σχέση μεταξύ τους εμείς όμως οφείλουμε να εξετάσουμε το θέμα περισσότερο και γι' αυτό το λόγο θα κάνουμε μια στατιστική μελέτη σε δύο ομάδες. Οι ομάδες με τις οποίες θα ασχοληθούμε είναι η ομάδα Β και η ομάδα Ε. Η επιλογή έγινε με βάση του ότι τα σημεία στο διάγραμμα της ομάδας Β δεν έχουν τόσο μεγάλη διασπορά όπως αυτά των Α και Γ και αυτές είναι οι τρεις ομάδες που αποτελούν το ένα μέρος της εργασίας μας. Η επιλογή της ομάδας Ε έγινε για τον ίδιο λόγο και γιατί είναι επίσης η αντίστοιχη της ομάδας Β στο δεύτερο μέρος της εργασίας (αφορούν και οι δύο χάλυβα μεσαίας διαμέτρου).

Όπως έχουμε φτιάξει τα διαγράμματα έχουμε τοποθετήσει τις τιμές του  $A_5$  και του  $W_{break}$  στον άξονα των (x) και τις τιμές του  $A_{gt}$  στον άξονα των (y).

Έχουμε λοιπόν για το διάγραμμα Β :  $x = A_5$   $y = A_{gt}$  και  $n = 30$   
 χρησιμοποιώντας τα στοιχεία του Πίνακα 1 έχουμε τα παρακάτω αποτελέσματα (όπου (i) ο δείκτης αρίθμησης του εκάστοτε στοιχείου)

$$\text{Σύνολο των } x_i \quad \Sigma x_i = 683,50 \quad (\Sigma x_i)^2 = 467172,29 \quad \Sigma(x_i^2) = 15605,75$$

$$\text{Μέση τιμή των } x \quad \bar{x} = \frac{\Sigma x_i}{n} = 22,783 \quad (\bar{x})^2 = 519,080$$

$$\text{Τυπική απόκλιση των } x \quad \sigma = \frac{\Sigma(x_i - \bar{x})^2}{n-1} = 1,150 \quad \sigma^2 = 1,322$$

$$S_{x'x'} = \Sigma(x_i^2) - \frac{(\Sigma x_i)^2}{n} = 33,342$$

$$\text{Σύνολο των } y_i \quad \Sigma y_i = 330,10 \quad (\Sigma y_i)^2 = 108966,01 \quad \Sigma(y_i^2) = 3648,01$$

$$\text{Μέση τιμή των } y \quad \bar{y} = \frac{\Sigma y_i}{n} = 11,003 \quad (\bar{y})^2 = 121,073$$

$$\text{Τυπική απόκλιση των } y \quad \sigma = \frac{\Sigma(y_i - \bar{y})^2}{n-1} = 0,545 \quad \sigma^2 = 0,297$$

$$S_{y'y'} = \Sigma(y_i^2) - \frac{(\Sigma y_i)^2}{n} = 15,810$$

$$\Sigma x_i * \Sigma y_i = 225623,40 \quad (\bar{x}_i) * (\bar{y}_i) = 250,693$$

$$\Sigma(x_i \cdot y_i) = 7536,35$$

$$\frac{\Sigma(x_i \cdot y_i)}{x_i \cdot y_i} = \frac{\Sigma(x_i \cdot y_i)}{n} = 251,22$$

$$Sx'y' = \Sigma(x_i y_i) - \frac{\Sigma x_i \cdot \Sigma y_i}{n} = 15,572$$

$$\text{Συνδιακύμανση των } xy \quad \sigma_{xy} = \frac{Sx'y'}{n} = 0,519$$

Χρησιμοποιώντας τα παραπάνω αποτελέσματα μπορούμε να βρούμε τον δεσμευτικό νόμο της παλιδρόμησης – ευθεία ελαχίστων τετραγώνων για την ομάδα Β μαζί με τις ευθείες των ορίων της. Ο γενικός τύπος της είναι:

$$\hat{y} = \hat{\beta}_0' + \hat{\beta}_1(x - \bar{x}) \quad x' = x - \bar{x}$$

Ενώ ο τύπος που μας δίνει τις ευθείς των ορίων είναι:

$$\hat{y}_j = \hat{\beta}_0' + \hat{\beta}_1(x - \bar{x}) \pm t\left(\frac{\alpha/2}{\nu-2}\right) S_E \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{1}{k} + \xi_j'}$$

$$\hat{y}_j' = \hat{\beta}_0' + \hat{\beta}_1(x - \bar{x})$$

Στην περίπτωση μας έχουμε:

$$\hat{\beta}_0' = \bar{y} = 11,003$$

$$\hat{\beta}_1 = \frac{Sx'y'}{Sx'x'} = 0,467$$

$$SSE = Sy'y' - \hat{\beta}_1 Sx'y' = Sy'y' - SSR = Sy'y' - \hat{\beta}_1 Sx'y' = 8,538$$

$$S_E = \sqrt{\frac{SSE}{n-2}} = 0,552$$

$$\xi_j' = \frac{(x_j')^2}{Sx'x'}$$

Το  $t\left(\frac{\alpha/2}{\nu-2}\right)$  το πέρνουμε από τον πίνακα κατανομής Studen (βλέπε στο τέλος του κεφαλαίου).  $t$ . Το  $(\alpha)$  εκφράζει μονόπλευρη στάθμη σημαντικότητας δηλαδή εμβαδόν ολοκληρώματος από  $t$  έως και  $+\infty$  για  $t \geq 0$  ή από  $-\infty$  έως  $-t$  για  $t \geq 0$  και



στην περίπτωση μας  $t\left(\frac{\alpha/2}{\nu-2}\right) = 1,7011$ . Το  $(\kappa)$  εκφράζει τον αριθμό των δειγμάτων που μπορεί να έχουμε κάθε φορά αναλογα με την εκτιμησή μας.

Αποτελέσματα αυτών των τύπων φέρονται στον Πίνακα 2.

Οι τιμές που δίνουμε  $x'_j$  είναι αυθαίρετες (αλλά ισοκατανεμημένες στο χώρο) εκτός από την  $1^n$  και την  $11^n$  που είναι ίσες με το γινόμενο της τυπικής απόκλισης επί 3, μιας και θεωρείτε ένα από τα ασφαλή όρια για την συγκεκριμένη αυθαιρεσία.

Τέλος κάτι ακόμη που πρέπει να υπολογιστούν είναι:

ο συντελεστής συσχέτισης  $\rho = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \cdot \sigma_y} = 0,828$

το μέτρο διακύμανσης οφειλόμενο στον νομό παλινδρόμησης

$$\hat{r}^2_{y/x} = \frac{SSR}{S_{y'y'}} = 0,460$$

το μέτρο διακύμανσης οφειλόμενο στα τυχαία λάθη

$$e^2 = \frac{SSE}{S_{y'y'}} = 0,54$$

Το άθροισμα του  $r^2$  με το  $e^2$  είναι μονάδα

$$r^2 + e^2 = 1 \Rightarrow 0,46 + 0,54 = 1$$

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ  
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

## ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Φ12 (χωρίς έργο)

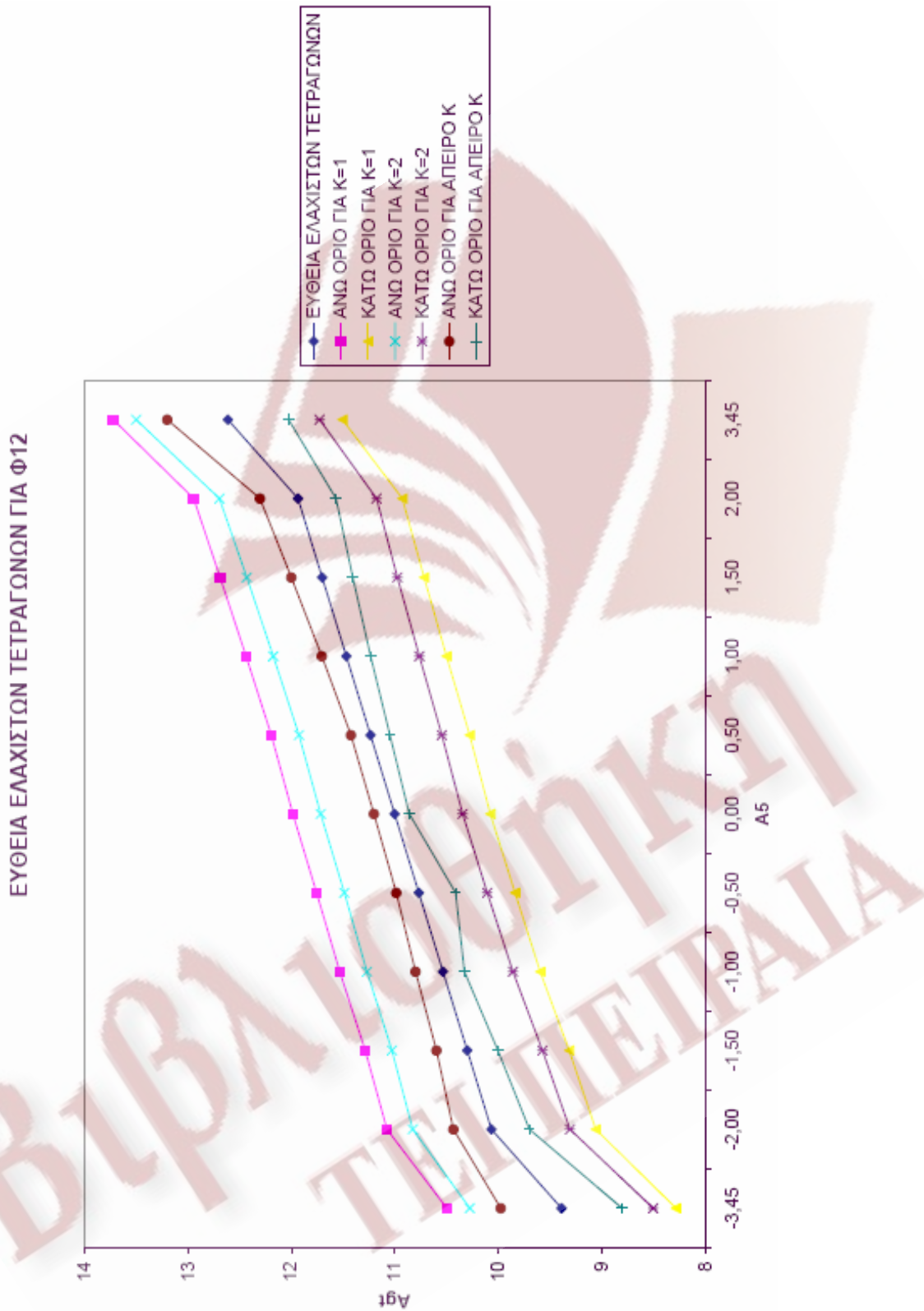
n	xi	yi	xi-x	(xi-x) <sup>2</sup>	xi <sup>2</sup>	yi-y	(yi-y) <sup>2</sup>	yi <sup>2</sup>	x <sup>2</sup> yi
1	23,50	12,10	0,717	0,514	552,25	1,097	1,203	146,41	284,35
2	23,00	11,10	0,217	0,047	529,00	0,097	0,009	123,21	255,30
3	23,00	10,60	0,217	0,047	529,00	-0,403	0,163	112,36	243,80
4	23,50	11,50	0,717	0,514	552,25	0,497	0,247	132,25	270,25
5	24,00	11,20	1,217	1,480	576,00	0,197	0,039	125,44	268,80
6	21,00	9,00	-1,783	3,180	441,00	-2,003	4,013	81,00	189,00
7	23,50	12,50	0,717	0,514	552,25	1,497	2,240	156,25	293,75
8	24,00	11,30	1,217	1,480	576,00	0,297	0,088	127,69	271,20
9	24,50	11,80	1,717	2,947	600,25	0,797	0,635	139,24	289,10
10	22,50	10,60	-0,283	0,080	506,25	-0,403	0,163	112,36	238,50
11	24,00	12,20	1,217	1,480	576,00	1,197	1,432	148,84	292,80
12	22,00	11,00	-0,783	0,614	484,00	-0,003	0,000	121,00	242,00
13	23,50	11,80	0,717	0,514	552,25	0,797	0,635	139,24	277,30
14	21,00	10,00	-1,783	3,180	441,00	-1,003	1,007	100,00	210,00
15	21,50	11,10	-1,283	1,647	462,25	0,097	0,009	123,21	238,65
16	21,50	10,40	-1,283	1,647	462,25	-0,603	0,364	108,16	223,60
17	21,00	10,20	-1,783	3,180	441,00	-0,803	0,645	104,04	214,20
18	21,50	10,70	-1,283	1,647	462,25	-0,303	0,092	114,49	230,05
19	22,00	10,50	-0,783	0,614	484,00	-0,503	0,253	110,25	231,00
20	21,00	9,90	-1,783	3,180	441,00	-1,103	1,217	98,01	207,90
21	24,00	11,10	1,217	1,480	576,00	0,097	0,009	123,21	266,40
22	23,50	11,00	0,717	0,514	552,25	-0,003	0,000	121,00	258,50
23	22,00	11,40	-0,783	0,614	484,00	0,397	0,157	129,96	250,80
24	22,50	11,20	-0,283	0,080	506,25	0,197	0,039	125,44	252,00
25	23,00	11,70	0,217	0,047	529,00	0,697	0,485	136,89	269,10
26	23,00	11,40	0,217	0,047	529,00	0,397	0,157	129,96	262,20
27	23,50	11,00	0,717	0,514	552,25	-0,003	0,000	121,00	258,50
28	23,50	10,70	0,717	0,514	552,25	-0,303	0,092	114,49	251,45
29	23,50	10,50	0,717	0,514	552,25	-0,503	0,253	110,25	246,75
30	23,50	10,60	0,717	0,514	552,25	-0,403	0,163	112,36	249,10
SUM:	683,50	330,10	0	33,342	15.605,750	0	15,810	3.648,010	7536,35

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2**

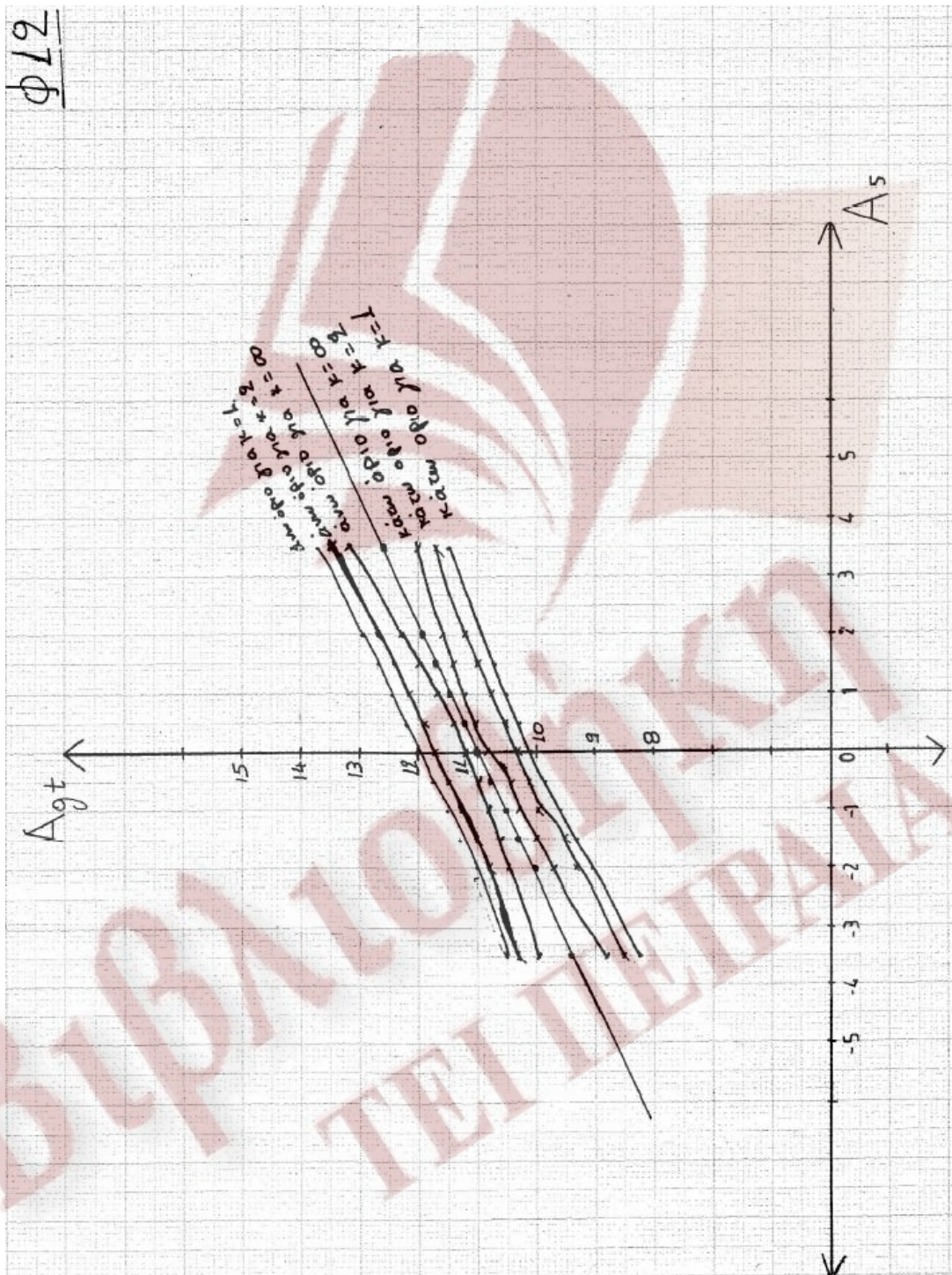
Φ12 (χωρίς έργο)

n	x <sub>j</sub>	y <sub>j</sub>	x' <sub>j</sub>	ξ <sub>j</sub>	y' <sub>j</sub>										
					k=1		k=2		k=∞		χωρίς έργο	y <sub>j</sub>			
					συν. όριο	κάτω όριο	συν. όριο	κάτω όριο	συν. όριο	κάτω όριο			συν. όριο	κάτω όριο	συν. όριο
1	19,333	9,392	-3,45	0,357	10,499	8,285	10,278	8,506	9,978	8,806	9,39185	8,806	9,39185	8,806	9,39185
2	20,783	10,069	-2,00	0,120	11,077	9,061	10,828	9,310	10,436	9,702	10,069	9,702	10,069	9,702	10,069
3	21,283	10,303	-1,50	0,067	11,287	9,318	11,030	9,575	10,599	10,006	10,3025	10,006	10,3025	10,006	10,3025
4	21,783	10,536	-1,00	0,030	11,534	9,598	11,271	9,861	10,802	10,330	10,536	10,330	10,536	10,330	10,536
5	22,283	10,770	-0,50	0,007	11,757	9,841	11,489	10,109	10,987	10,414	10,7895	10,414	10,7895	10,414	10,7895
6	22,783	11,003	0,00	0,000	11,987	10,079	11,718	10,347	11,204	10,862	11,003	10,862	11,003	10,862	11,003
7	23,283	11,237	0,50	0,007	12,195	10,279	11,927	10,547	11,425	11,049	11,2365	11,049	11,2365	11,049	11,2365
8	23,783	11,470	1,00	0,030	12,438	10,502	12,175	10,765	11,706	11,236	11,47	11,236	11,47	11,236	11,47
9	24,283	11,704	1,50	0,067	12,689	10,719	12,431	10,977	12,001	11,407	11,7035	11,407	11,7035	11,407	11,7035
10	24,783	11,937	2,00	0,120	12,945	10,929	12,686	11,178	12,304	11,570	11,937	11,570	11,937	11,570	11,937
11	26,233	12,614	3,45	0,357	13,721	11,507	13,500	11,728	13,200	12,028	12,61415	12,028	12,61415	12,028	12,61415

## ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ



ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ ΜΕ ΤΟ ΧΕΡΙ



Κάνοντας την ίδια διεργασία για το διάγραμμα Ε έχουμε:  $x = W_{\text{break}}$   $y = \text{Agt}$   
και  $n = 30$

χρησιμοποιώντας τα στοιχεία του Πίνακα 3 έχουμε τα παρακάτω αποτελέσματα  
(όπου (i) ο δείκτης αρίθμησης του εκάστοτε στοιχείου)

$$\text{Σύνολο των } x_i \quad \Sigma x_i = 2295,30 \quad (\Sigma x_i)^2 = 5268402,09 \quad \Sigma(x_i^2) = 176258,00$$

$$\text{Μέση τιμή των } x \quad \bar{x} = \frac{\Sigma x_i}{n} = 76,51 \quad (\bar{x})^2 = 5853,78$$

$$\text{Τυπική απόκλιση των } x \quad \sigma = \frac{\Sigma(x_i - \bar{x})^2}{n-1} = 22,229 \quad \sigma^2 = 494,128$$

$$Sx'x' = \Sigma(x_i^2) - \frac{(\Sigma x_i)^2}{n} = 644,635$$

$$\text{Σύνολο των } y_i \quad \Sigma y_i = 341,50 \quad (\Sigma y_i)^2 = 116622,25 \quad \Sigma(y_i^2) = 3929,07$$

$$\text{Μέση τιμή των } y \quad \bar{y} = \frac{\Sigma y_i}{n} = 11,383 \quad (\bar{y})^2 = 129,580$$

$$\text{Τυπική απόκλιση των } y \quad \sigma = \frac{\Sigma(y_i - \bar{y})^2}{n-1} = 1,437 \quad \sigma^2 = 2,065$$

$$Sy'y' = \Sigma(y_i^2) - \frac{(\Sigma y_i)^2}{n} = 41,662$$

$$\Sigma x_i * \Sigma y_i = 783845,000 \quad (\bar{x}_i) * (\bar{y}_i) = 870,939$$

$$\Sigma(x_i \cdot y_i) = 26209,93$$

$$\frac{\Sigma(x_i \cdot y_i)}{x_i \cdot y_i} = \frac{\Sigma(x_i \cdot y_i)}{n} = 873,66$$

$$Sx'y' = \Sigma(x_i y_i) - \frac{\Sigma x_i \cdot \Sigma y_i}{n} = 81,76$$

$$\text{Συνδιακύμανση των } xy \quad \sigma_{xy} = \frac{Sx'y'}{n} = 27,52$$

Χρησιμοποιώντας τα παραπάνω αποτελέσματα μπορούμε να βρούμε τον δεσμευτικό νόμο της παλιδρόμησης – ευθεία ελαχίστων τετραγώνων για την ομάδα Β μαζί με τις ευθείες των ορίων της. Ο γενικός τύπος της είναι:

$$\hat{y} = \hat{\beta}_0' + \hat{\beta}_1(x - \bar{x}) \quad x' = x - \bar{x}$$

Ενώ ο τύπος που μας δίνει τις ευθείς των ορίων είναι:

$$\hat{y}_j = \hat{\beta}_0' + \hat{\beta}_1(x - \bar{x}) \pm t\left(\frac{\alpha/2}{\nu-2}\right) S_E \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{1}{k} + \xi_j'}$$

$$\hat{y}_j' = \hat{\beta}_0' + \hat{\beta}_1(x - \bar{x})$$

Στην περίπτωση μας έχουμε:

$$\hat{\beta}_0' = \bar{y} = 11,380$$

$$\hat{\beta}_1 = \frac{Sx'y'}{Sx'x'} = 0,127$$

$$SSE = Sy'y' - \hat{\beta}_1 Sx'y' = Sy'y' - SSR = Sy'y' - \hat{\beta}_1 Sx'y' = 31,278$$

$$S_E = \sqrt{\frac{SSE}{n-2}} = 1,057$$

$$\xi_j' = \frac{(x_j')^2}{Sx'x'}$$

Το  $t\left(\frac{\alpha/2}{\nu-2}\right)$  το πέρνουμε από τον πίνακα κατανομής Student (βλέπε στο τέλος του κεφαλαίου). Το  $(\alpha)$  εκφράζει μονόπλευρη στάθμη σημαντικότητας δηλαδή εμβαδόν ολοκληρώματος από  $t$  έως και  $+\infty$  για  $t \geq 0$  ή από  $-\infty$  έως  $-t$  για  $t \geq 0$  και στην περίπτωση μας  $t\left(\frac{\alpha/2}{\nu-2}\right) = 1,7011$ . Το  $(k)$  εκφράζει τον αριθμό των δειγμάτων που μπορεί να έχουμε κάθε φορά αναλογα με την εκτιμησή μας.

Αποτελέσματα αυτών των τύπων φέρονται στον Πίνακα 2.

Οι τιμές που δίνουμε  $x_j'$  είναι αυθαίρετες (αλλά ισοκατανεμμένες στο χώρο) εκτός από την  $1^{\eta}$  και την  $11^{\eta}$  που είναι ίσες με το γινόμενο της τυπικής απόκλισης επί 3, μιας και θεωρείτε ένα από τα ασφαλή όρια για την συγκεκριμένη αυθαιρεσία.

Τέλος κάτι ακόμη που πρέπει να υπολογιστούν είναι:

ο συντελεστής συσχέτισης  $\rho = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \cdot \sigma_y} = 0,853$

το μέτρο διακύμανσης οφειλόμενο στον νομό παλινδρόμησης

$$\hat{r}^2_{y/x} = \frac{SSR}{S_{y'y'}} = 0,25$$

το μέτρο διακύμανσης οφειλόμενο στα τυχαία λάθη

$$e^2 = \frac{SSE}{S_{y'y'}} = 0,75$$

Το άθροισμα του  $r^2$  με το  $e^2$  είναι μονάδα

$$r^2 + e^2 = 1 \Rightarrow 0,25 + 0,75 = 1$$

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ  
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ



### ΠΙΝΑΚΑΣ 3

Φ16 (με έργο)

n	xi	yi	xi-x	(xi-x) <sup>2</sup>	xi <sup>2</sup>	yi-y	(yi-y) <sup>2</sup>	yi <sup>2</sup>	xiyi
1	70,97	9,10	- 5,540	30,692	5.036,74	- 2,283	5,214	82,81	645,83
2	76,27	10,50	- 0,240	0,058	5.817,11	- 0,883	0,780	110,25	800,84
3	85,21	14,20	8,700	75,690	7.260,74	2,817	7,934	201,64	1.209,98
4	79,19	11,00	2,680	7,182	6.271,06	- 0,383	0,147	121,00	871,09
5	76,73	12,90	0,220	0,048	5.887,49	1,517	2,300	166,41	989,82
6	76,72	11,00	0,210	0,044	5.885,96	- 0,383	0,147	121,00	843,92
7	80,77	12,00	4,260	18,148	6.523,79	0,617	0,380	144,00	969,24
8	78,76	9,90	2,250	5,062	6.203,14	- 1,483	2,200	98,01	779,72
9	81,45	12,20	4,940	24,404	6.634,10	0,817	0,667	148,84	993,69
10	71,48	10,00	- 5,030	25,301	5.109,39	- 1,383	1,914	100,00	714,80
11	77,52	12,20	1,010	1,020	6.009,35	0,817	0,667	148,84	945,74
12	73,15	11,00	- 3,360	11,290	5.350,92	- 0,383	0,147	121,00	804,65
13	71,86	10,00	- 4,650	21,623	5.163,86	- 1,383	1,914	100,00	718,60
14	75,61	11,50	- 0,900	0,810	5.716,87	0,117	0,014	132,25	869,52
15	71,64	11,00	- 4,870	23,717	5.132,29	- 0,383	0,147	121,00	788,04
16	79,52	13,50	3,010	9,060	6.323,43	2,117	4,480	182,25	1.073,52
17	76,82	11,10	0,310	0,096	5.901,31	- 0,283	0,080	123,21	852,70
18	78,26	10,50	1,750	3,062	6.124,63	- 0,883	0,780	110,25	821,73
19	80,37	13,50	3,860	14,900	6.459,34	2,117	4,480	182,25	1.085,00
20	70,43	11,20	- 6,080	36,966	4.960,38	- 0,183	0,034	125,44	788,82
21	74,83	12,00	- 1,680	2,822	5.599,53	0,617	0,380	144,00	897,96
22	62,20	10,00	- 14,310	204,776	3.868,84	- 1,383	1,914	100,00	622,00
23	72,72	13,00	- 3,790	14,364	5.288,20	1,617	2,614	169,00	945,36
24	80,11	11,50	3,600	12,960	6.417,61	0,117	0,014	132,25	921,27
25	80,95	11,50	4,440	19,714	6.552,90	0,117	0,014	132,25	930,93
26	78,56	11,20	2,050	4,202	6.171,67	- 0,183	0,034	125,44	879,87
27	75,12	11,80	- 1,390	1,932	5.643,01	0,417	0,174	139,24	886,42
28	77,55	11,20	1,040	1,082	6.014,00	- 0,183	0,034	125,44	868,56
29	75,50	10,00	- 1,010	1,020	5.700,25	- 1,383	1,914	100,00	755,00
30	85,03	11,00	8,520	72,590	7.230,10	- 0,383	0,147	121,00	935,33
SUM:	2.295,30	341,50	- 0,000	644,635	176.258,04	0,000	41,662	3.929,07	26.209,93

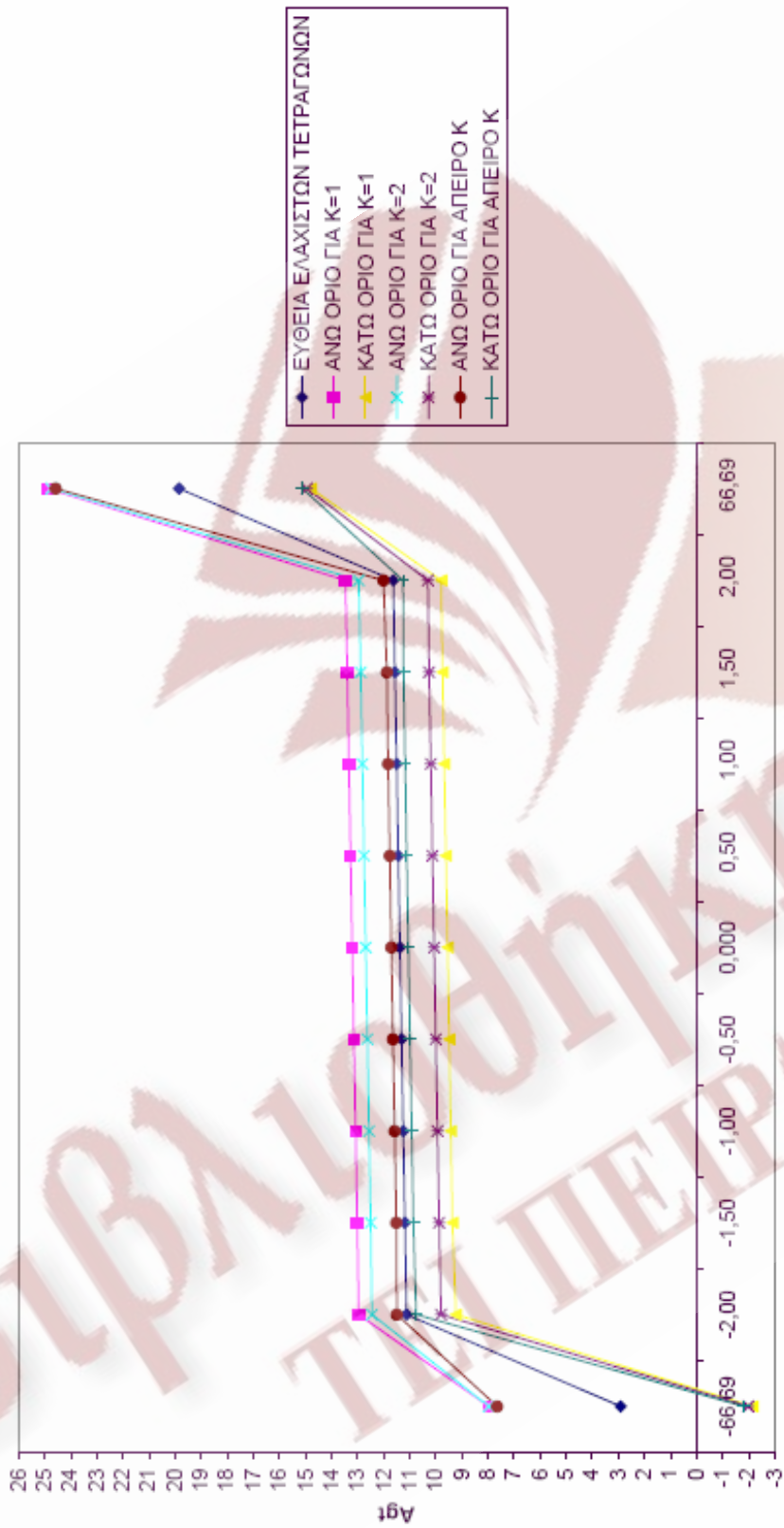
**ΠΙΝΑΚΑΣ 4**

Φ16 (με έργο)

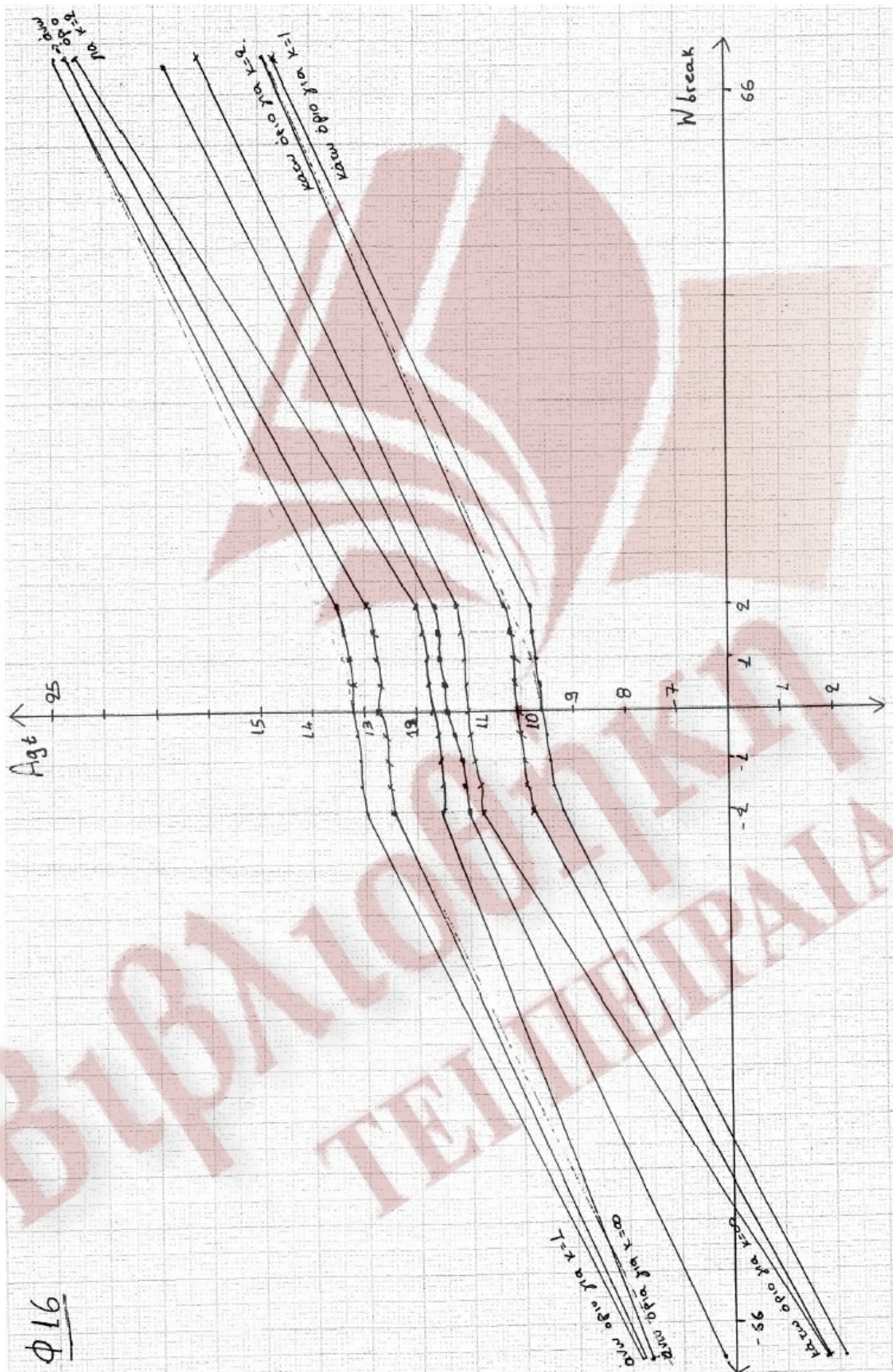
n	x <sub>j</sub>	y <sub>j</sub>	x' <sub>j</sub>	ξ <sub>j</sub>	y' <sub>j</sub>									
					κ=1		κ=2		κ=∞		χωρίς όριο	y <sub>j</sub>		
					συνω όριο	κάτω όριο	συνω όριο	κάτω όριο	συνω όριο	κάτω όριο				
1	9,82	12,63	-66,69	6,90	7,974	-2,154	7,974	-1,986	7,650	-1,818	2,91037			
2	74,51	11,13	- 2,00	0,01	12,962	9,230	12,451	9,801	11,499	10,753	11,126			
3	75,01	11,19	- 1,50	0,00	13,017	9,362	12,502	9,877	11,516	10,862	11,1895			
4	75,51	11,25	- 1,00	0,00	13,080	9,426	12,565	9,940	11,580	10,926	11,253			
5	76,01	11,32	- 0,50	0,00	13,144	9,489	12,629	10,004	11,643	10,990	11,3165			
6	76,51	11,38	0,000	0,00	13,207	9,553	12,693	10,067	11,707	11,054	11,38			
7	77,01	11,44	0,50	0,00	13,271	9,616	12,756	10,131	11,770	11,117	11,4435			
8	77,51	11,51	1,00	0,00	13,334	9,679	12,820	10,194	11,834	11,180	11,507			
9	78,01	11,57	1,50	0,00	13,398	9,743	12,883	10,257	11,879	11,244	11,5705			
10	78,51	11,63	2,00	0,01	13,470	9,798	12,959	10,309	12,007	11,261	11,634			
11	143,20	19,85	66,69	6,90	24,914	14,786	24,752	14,948	24,584	15,116	19,84963			

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ

ΕΥΘΕΙΑ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΤΕΤΡΑΓΩΝΩΝ ΓΙΑ Φ16



# ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ ΜΕ ΤΟ ΧΕΡΙ



## ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ STUDENT

$\alpha$ :	0,05%	0,1%	0,5%	1%	2,5%	5%	10%	25%
n:								
1	636,5776	318,2888	63,6559	31,8210	12,7062	6,3137	3,0777	1,0000
2	31,5998	22,3285	9,9250	6,9645	4,3027	2,9200	1,8856	0,8165
3	12,9244	10,2143	5,8408	4,5407	3,1824	2,3534	1,6377	0,7649
4	8,6101	7,1729	4,6041	3,7469	2,7765	2,1318	1,5332	0,7407
5	6,8685	5,8935	4,0321	3,3649	2,5706	2,0150	1,4759	0,7267
6	5,9587	5,2075	3,7074	3,1427	2,4469	1,9432	1,4398	0,7176
7	5,4081	4,7853	3,4995	2,9979	2,3848	1,8948	1,4149	0,7111
8	5,0414	4,5008	3,3554	2,8965	2,3060	1,8595	1,3968	0,7064
9	4,7809	4,2969	3,2498	2,8214	2,2822	1,8331	1,3830	0,7027
10	4,5868	4,1437	3,1693	2,7638	2,2281	1,8125	1,3722	0,6998
11	4,4389	4,0248	3,1058	2,7181	2,2010	1,7959	1,3634	0,6974
12	4,3178	3,9296	3,0545	2,6810	2,1788	1,7823	1,3562	0,6955
13	4,2209	3,8520	3,0123	2,6503	2,1604	1,7709	1,3502	0,6938
14	4,1403	3,7874	2,9768	2,6245	2,1448	1,7613	1,3450	0,6924
15	4,0728	3,7329	2,9487	2,6025	2,1315	1,7531	1,3406	0,6912
16	4,0149	3,6861	2,9208	2,5835	2,1199	1,7459	1,3368	0,6901
17	3,9651	3,6458	2,8982	2,5669	2,1098	1,7396	1,3334	0,6892
18	3,9217	3,6105	2,8784	2,5524	2,1009	1,7341	1,3304	0,6884
19	3,8833	3,5793	2,8609	2,5395	2,0930	1,7291	1,3277	0,6876
20	3,8496	3,5518	2,8453	2,5280	2,0860	1,7247	1,3253	0,6870
21	3,8193	3,5271	2,8314	2,5176	2,0796	1,7207	1,3232	0,6864
22	3,7922	3,5050	2,8188	2,5083	2,0739	1,7171	1,3212	0,6858
23	3,7678	3,4850	2,8073	2,4999	2,0687	1,7139	1,3195	0,6853
24	3,7454	3,4668	2,7970	2,4922	2,0639	1,7109	1,3178	0,6848
25	3,7251	3,4502	2,7874	2,4851	2,0595	1,7081	1,3163	0,6844
26	3,7067	3,4350	2,7787	2,4786	2,0555	1,7056	1,3150	0,6840
27	3,6896	3,4210	2,7707	2,4727	2,0518	1,7033	1,3137	0,6837
28	3,6739	3,4082	2,7633	2,4671	2,0484	1,7011	1,3125	0,6834
29	3,6595	3,3963	2,7564	2,4620	2,0452	1,6991	1,3114	0,6830
30	3,6460	3,3852	2,7500	2,4573	2,0423	1,6973	1,3104	0,6828
31	3,6335	3,3749	2,7440	2,4528	2,0395	1,6955	1,3095	0,6825
32	3,6218	3,3653	2,7385	2,4487	2,0369	1,6939	1,3086	0,6822
33	3,6109	3,3563	2,7333	2,4448	2,0345	1,6924	1,3077	0,6820
34	3,6007	3,3480	2,7284	2,4411	2,0322	1,6909	1,3070	0,6818
35	3,5911	3,3400	2,7238	2,4377	2,0301	1,6896	1,3062	0,6816
36	3,5821	3,3326	2,7195	2,4345	2,0281	1,6883	1,3055	0,6814
37	3,5737	3,3256	2,7154	2,4314	2,0262	1,6871	1,3049	0,6812
38	3,5657	3,3190	2,7116	2,4286	2,0244	1,6860	1,3042	0,6810
39	3,5581	3,3127	2,7079	2,4258	2,0227	1,6849	1,3036	0,6808
40	3,5510	3,3069	2,7045	2,4233	2,0211	1,6839	1,3031	0,6807
41	3,5443	3,3012	2,7012	2,4208	2,0195	1,6829	1,3025	0,6805
42	3,5377	3,2959	2,6981	2,4185	2,0181	1,6820	1,3020	0,6804
43	3,5316	3,2909	2,6951	2,4163	2,0167	1,6811	1,3016	0,6802
44	3,5258	3,2861	2,6923	2,4141	2,0154	1,6802	1,3011	0,6801
45	3,5203	3,2815	2,6896	2,4121	2,0141	1,6794	1,3007	0,6800
46	3,5149	3,2771	2,6870	2,4102	2,0129	1,6787	1,3002	0,6799
47	3,5099	3,2729	2,6846	2,4083	2,0117	1,6779	1,2998	0,6797
48	3,5050	3,2689	2,6822	2,4066	2,0106	1,6772	1,2994	0,6796
49	3,5005	3,2651	2,6800	2,4049	2,0096	1,6766	1,2991	0,6795
50	3,4960	3,2614	2,6778	2,4033	2,0086	1,6759	1,2987	0,6794



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>

## «ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ»

Στην εργασία αυτή έγινε μια προσπάθεια για εύρεση συσχέτισης της συνολικής ομοιόμορφης επιμήκυνσης Agt με τις ανηγμένες συμβατικές επιμηκύνσεις A<sub>5</sub> και A<sub>10</sub> καθώς επίσης και με την απαιτούμενη ενέργεια θραύσης.

Το συνολικό πλήθος των δειγμάτων χάλυβα οπλισμού που ελήφθησαν προκειμένου να διαμορφωθούν τα δοκίμια ήταν 180, τα οποία αντιστοιχούν σε 180 διαφορετικά χυτήρια. Το κάθε χυτήριο έχει μάζα περίπου 100ton ως εκ τούτου ότι το πλήθος των δειγμάτων προέρχεται από μία ποσότητα παραγωγής 18.000ton περίπου.

Όλα τα δοκίμια που διαμορφώθηκαν είχαν μήκος περίπου 500mm. Ο λόγος που επιλέχθηκε το συγκεκριμένο μήκος ήταν για να γίνει εύκολα η μέτρηση συμβατικής επιμήκυνσης A<sub>5</sub> και A<sub>10</sub> ικανοποιώντας παράλληλα τις απαιτήσεις του προτύπου ΕΛΟΤ 1045 ως προς το ελάχιστο μήκος των δοκιμίων για κάθε διατομή.

Η μέτρηση των μεγεθών A<sub>5</sub> και Agt έγινε όπως καθορίζεται στο πρότυπο ISO 15630-1, χωρίς τη χρήση επιμηκυνσιόμετρου.

Για την εύρεση της απαιτούμενης ενέργειας θραύσης χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό της μηχανής εφελκυσμού.

Μετά το τέλος των δοκιμών εφελκυσμού και την επεξεργασία των μεγεθών και εξαγωγή των αποτελεσμάτων, οι τιμές των ζευγών A<sub>5</sub> και Agt καθώς και Agt και W<sub>break</sub> τοποθετήθηκαν σε διαγράμματα x, ψ για να γίνει συσχέτιση. Η μεγάλη διασπορά των τιμών που φαίνεται στα διαγράμματα αυτά και οι συντελεστές συσχέτισης που προκύπτουν μας δείχνουν ξεκάθαρα ότι δεν είναι δυνατόν κάποιος με ακρίβεια να συσχετίσει τα συγκεκριμένα μεγέθη.

Παρά του ότι οι χημικές αναλύσεις των χυτηρίων που εξετάστηκαν στην εργασία αυτή ήταν παραπλήσιες για το σύνολο των δειγμάτων από τα διάφορα χυτήρια και για όλες τις διαμέτρους, ο τρόπος που παράγεται ο χάλυβας Temprore (δηλαδή η θερμική κατεργασία), δίνει μηχανικά χαρακτηριστικά τα οποία εξαρτώνται από τρεις διαφορετικές δομές της μάζας του χάλυβα, όπως μαρτενσίτης, μπαινίτης και φερρίτης με περλίτη.

Τα μηχανικά χαρακτηριστικά του προϊόντος εξαρτώνται συνεπώς από την ποσότητα και την ποιότητα του μαρτενσίτη, αλλά και από την ποσότητα και ποιότητα της φερριτοπερλιτικής δομής.

Ως εκ τούτου με διαφορετική χημική σύσταση του υλικού μπορείς μέσα από τη θερμική κατεργασία να έχεις σχεδόν ίδια αντοχή του υλικού αλλά να διαφέρει η ολκιμότητα αυτού.

Ίσως η επανάληψη της εργασίας αυτής με χάλυβα θερμής έλασης κατηγορίας B500C μικροκραματομένο με Βανάδιο να μπορούσε να δείξει διαφορετικά αποτελέσματα. Στην περίπτωση μας όμως μπορούμε να πούμε με σιγουριά ότι ασφαλής συσχέτιση των μεγεθών που εξετάστηκαν δεν υπάρχει.





# **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup>**

**«ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΑ»**

**«ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

## 6.1) ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΑ

<b>ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ</b> <b>CERTIFICATE OF CALIBRATION</b>			
Έκδοση από <i>Issued by</i>	: ALGOSYSTEMS S. A. – METROLOGY DIVISION		
Ημ/νία Έκδοσης <i>Date of Issue</i>	: 15 Ιανουαρίου 2007 <i>15 January 2007</i>	Αριθμός Ταυτοποίησης <i>Asset Number</i>	: HALYB-0028



### ALGOSYSTEMS S. A. - METROLOGY DIVISION

Σάρδεων 4, 171 21 Ν. Σμύρνη  
4 Sardeon Str., N. Smirni - Athens - Greece

Τηλ.: 210 93 10 281 - 4, Φαξ: 210 93 32 641  
Tel.: + 30 (210) 93 10 281 - 4, Fax: +30 (210) 93 32 641

Internet: [www.algosystems.gr](http://www.algosystems.gr)  
e-mail: [sales-metdiv@algosystems.gr](mailto:sales-metdiv@algosystems.gr)

Σελίδα 1 από 2  
Page 1 of 2

Ευγεκριμένος Υπογράφων  
Approved Signatory

Δ. Γρηγορίου

Πελάτης <i>Customer</i>	: ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΚΗ Α.Ε.
Διεύθυνση <i>Address</i>	: 2 χλμ Λεωφ. Αθηνών Κορίνθου, Ελευσίνα
Περιγραφή <i>Description</i>	: Μετροταινία <i>Measuring Tape</i>
Κατασκευαστής <i>Manufacturer</i>	: KDS
Μοντέλο <i>Model</i>	: KS 19-55
Σειριακός Αριθμός <i>Serial No.</i>	: 2
Κωδικός Συσκευής <i>Instrument Code</i>	: ---
Εντολή Εργασίας <i>Work Order</i>	: 0038
Τοποθεσία Διακρίβωσης <i>Place of Calibration</i>	: Εργαστήριο Διαστατικών Διακρίβωσεων <i>Dimensional Calibration Laboratory</i>
Ημ/νία Διακρίβωσης <i>Date of Calibration</i>	: 15 Ιανουαρίου 2007 <i>15 January 2007</i>
Διαδικασία Διακρίβωσης <i>Calibration Procedure</i>	: ALGO-DIM-0006 (συντοπική διαδικασία στη σελ. 2 / brief description at page 2)
Τύπος Αποτελεσμάτων <i>Results Type</i>	: <input type="checkbox"/> Με Ρυθμίσεις / <i>After Adjustment</i> <input checked="" type="checkbox"/> Χωρίς Ρυθμίσεις / <i>Without Adjustment</i>
Μεταβολή θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της διακρίβωσης <i>Temperature variation during the calibration</i>	: 20 °C ± 1 °C
Συνθήκες Περιβάλλοντος <i>Ambient Conditions</i>	: Σχετική Υγρασία <i>Relative Humidity</i> : 50 %RH ± 5 %RH Ατμοσφαιρική Πίεση <i>Atmospheric Pressure</i> : 1010 hPa ± 5 hPa

Υπογραφή  
*Signature*

Το Πιστοποιητικό αυτό εκδίδεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προτύπου ISO/IEC 17025. Παρέχει την ιχνηλασιμότητα των μετρήσεων προς αναγνωρισμένα (εθνικά) διεθνή πρότυπα και τις μονάδες που έχουν υιοθετηθεί σε αναγνωρισμένα εθνικά πρότυπα εργαστηρίων. Σε περίπτωση διαπιστωμένου πιστοποιητικού η ιχνηλασιμότητα έχει επιδειχθεί στο Φορέα Διαπίστευσης. Το παρόν πιστοποιητικό μπορεί να αναπαραχθεί μόνο εξ' ολοκλήρου, εκτός και αν υπάρχει γραπτή συναίνεση του εκδίδοντος εργαστηρίου.

*This Certificate is issued in accordance with the requirements of ISO/IEC 17025. It provides traceability of measurements to recognized (inter) national standards and to the units of measurement realized at recognized national standards laboratories. In case of accredited certificate the traceability has been demonstrated towards the Accreditation Body. This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory.*

Z:\Customers 2007\H\HALYB\0028-0038.doc

**ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ**  
**CERTIFICATE OF CALIBRATION**

Σελίδα 2 από 2  
Page 2 of 2

Έκδοση από : ALGOSYSTEMS S. A. – METROLOGY DIVISION  
Issued by

Ημ/νία Έκδοσης : 15 Ιανουαρίου 2007 Αριθμός Ταυτοποίησης : HALYB-0028  
Date of Issue : 15 January 2007 Asset Number

**Πρότυπα - Ξηλασιμότητα**

Standards used - Traceability

ALGO-0033 Set of Gauge Blocks, Starrett RC88MA1, S/N: 70993.11, Cert. No.: Δ2-06-010/EIM  
ALGO-0522 Set of Long Gauge Blocks, Tesa MB11, S/N: 101807, Cert. No.: 2276K0006/UKAS-0067

**ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ**

Calibration Procedure (Brief Description)

Η διακρίβωση της μετροταινίας πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας πρότυπα πλακίδια. Η κλίμακα της μετροταινίας ελέγχθηκε σε 6 σημεία. Για κάθε ονομαστική τιμή των πρότυπων πλακιδίων καταγράφεται η ένδειξη του οργάνου.

Κατά τον οπτικό έλεγχο η μετροταινία βρέθηκε σε ικανοποιητική κατάσταση.

Το όργανο τοποθετήθηκε μαζί με τα πρότυπα αναφοράς στο χώρο του εργαστηρίου για χρονικό διάστημα 24 ωρών προς επίτευξη θερμικής ισορροπίας.

Οι ανοχές των περιβαλλοντικών συνθηκών (θερμοκρασία, σχετική υγρασία) καταγράφηκαν κατά τη διάρκεια της διακρίβωσης.

*The calibration of the measuring tape was carried out using gauge blocks. The scale of the measuring tape was checked at 6 points. For every standard nominal value the indication was recorded.*

*During visual inspection the measuring tape was found in acceptable condition.*

*The measuring tape and the standards were placed at the laboratory, for a period of not less than 24 hours, in order to reach thermal equilibrium.*

*The ambient conditions tolerances (temperature, relative humidity) were recorded during the calibration.*

**ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ**  
MEASUREMENTS

**ΜΗΚΟΣ**  
LENGTH

Κλίμακα Range	Ονομαστική τιμή Standard nominal value (mm)	Τιμή υπό διακρίβωση οργάνου Test instrument reading (mm)	Απόκλιση από την ονομαστική τιμή Deviation from nominal value (mm)	Αβεβαιότητα μέτρησης Uncertainty of measurement (mm)	Ανοχή Tolerance (±) (mm)
0 m ~ 5.5 m	50	50	0	0.7	---
	200	200	0	0.7	---
d: 1 mm	500	500	0	0.7	---
	1 000	1 000	0	0.7	---
	3 000	3 000	0	1	---
	5 500	5 500	0	1	---

Η αναφερόμενη αβεβαιότητα μέτρησης βασίστηκε σε κανονική αβεβαιότητα, πολλαπλασιαζόμενη με τον συντελεστή κάλυψης  $k=2$ , παρέχοντας ένα επίπεδο εμπιστοσύνης 95 % περίπου. Ο υπολογισμός της αβεβαιότητας υπολογίστηκε σύμφωνα με τις απαιτήσεις του EA 4 / 02.

*The reported expanded uncertainty is based on a standard uncertainty multiplied by a coverage factor  $k=2$ , providing a level of confidence of approximately 95 %. The uncertainty evaluation has been carried out in accordance with the EA 4 / 02 requirements.*

Z:\Customers 2007\H\HALYB\0028-0038.doc

# ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ

## CERTIFICATE OF CALIBRATION



Έκδοση από  
Issued by : ALGOSYSTEMS S. A. – METROLOGY DIVISION

Ημ/νία Έκδοσης : 14 Ιανουαρίου 2004 Αριθμός Πιστοποιητικού : 40791  
Date of Issue : 14 January 2004 Certificate Number



### ALGOSYSTEMS S. A. - METROLOGY DIVISION

Σάρδεων 4, 171 21 Ν. Σμύρνη  
4 Sardeon Str., N. Smirni – Athens – Greece

Τηλ.: 210 93 10 281 – 4, Φαξ: 210 93 32 641  
Tel.: + 30 (210) 93 10 281 - 4, Fax: + 30 (210) 93 32 641

Internet: [www.algosystems.gr](http://www.algosystems.gr)  
e-mail: [sales-metdiv@algosystems.gr](mailto:sales-metdiv@algosystems.gr)

Σελίδα 1 από 4  
Page 1 of 4

Εγκεκριμένος Υπογράφων  
Approved Signatory

Φ. Παπακαλοδούκας

Πελάτης : ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΚΗ Α.Ε.  
Customer

Διεύθυνση : 2 χλμ Λεωφ. Αθηνών Κορίνθου, Ελευσίνα  
Address

Περιγραφή : Ηλεκτρονικός Ζυγός (max: 5000 g, d: 1 g)  
Description  
Electronic Balance

Κατασκευαστής : BONSO  
Manufacturer

Μοντέλο : 323  
Model

Σειριακός Αριθμός : 76990  
Serial No.

Κωδικός Συσκευής : ---  
Instrument Code

Αριθμός Ταυτοποίησης : HALYB-0004  
Asset Number

Τοποθεσία Διακρίβωσης : Στη παραπάνω διεύθυνση  
Place of Calibration  
At the above address

Ημ/νία Διακρίβωσης : 08 Ιανουαρίου 2004  
Date of Calibration  
08 January 2004

Διαδικασία Διακρίβωσης : ALGO-MASS-0001 (συνοπτική διαδικασία στη σελ. 2/ brief description at page 2)  
Calibration Procedure

Τύπος Αποτελεσμάτων :  Με Ρυθμίσεις / After Adjustment  
Results Type  Χωρίς Ρυθμίσεις / Without Adjustment

Θερμοκρασία στη αρχή της διακρίβωσης : 23.0 °C  
Temperature at the beginning of the calibration

Συνθήκες Περιβάλλοντος : Θερμοκρασία μετά το πέρας της διακρίβωσης : 23.0 °C  
Ambient Conditions Temperature at the end of the calibration

Σχετική Υγρασία : 40 %RH  
Relative Humidity

Υπογραφή :  
Signature

Το Πιστοποιητικό αυτό εκδίδεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προτύπου ISO/IEC 17025. Παρέχει την ιχνηλασιμότητα των μετρήσεων προς αναγνωρισμένα (εθνικά) διεθνή πρότυπα και τις μονάδες που έχουν υλοποιηθεί σε αναγνωρισμένα εθνικά πρότυπα εργαστηρίων. Σε περίπτωση διαπιστευμένου πιστοποιητικού η ιχνηλασιμότητα έχει επιδειχθεί στο Φορέα Διαπίστευσης. Το παρόν πιστοποιητικό μπορεί να αναπαραχθεί μόνο εξ' ολοκλήρου, εκτός και αν υπάρχει γραπτή συναίνεση του εκδίδοντος εργαστηρίου.

This Certificate is issued in accordance with the requirements of ISO/IEC 17025. It provides traceability of measurements to recognized (inter) national standards and to the units of measurement realized at recognized national standards laboratories. In case of accredited certificate the traceability has been demonstrated towards the Accreditation Body. This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory.

**ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ**  
**CERTIFICATE OF CALIBRATION**

Έκδοση από : ALGOSYSTEMS S. A. – METROLOGY DIVISION  
Issued by

Ημ/νία Έκδοσης : 14 Ιανουαρίου 2004 Αριθμός Πιστοποιητικού : 40791  
Date of Issue : 14 January 2004 Certificate Number

RvA No.: K106  
ΔΙΑΠΙΣΤΕΥΜΕΝΟ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ  
ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ

RvA ACCREDITED CALIBRATION  
LABORATORY

Σελίδα 2 από 4  
Page 2 of 4

**ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ**

*Calibration Procedure (Brief Description)*

Η διακρίβωση του ηλεκτρονικού ζυγού πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τη τεχνική διαδικασία **DKD R7-1**, χρησιμοποιώντας πρότυπα βάρη κλάσης ακριβείας κατά OIML R-111, τα οποία εξασφαλίζουν ιχνηλασιμότητα στο διεθνές πρωτότυπο χιλιόγραμμα που βρίσκεται στο BIPM στις Σέρβες της Γαλλίας.

Ελέγχθηκαν τα λειτουργικά χαρακτηριστικά του ζυγού, αφού προηγήθηκε επιμελής καθαρισμός του ζυγού και οριζοντίωσή του. Πραγματοποιήθηκε έλεγχος της γραμμικότητας σε όλο το εύρος μέτρησης του ζυγού, έλεγχος της επίδρασης έκκεντρης τοποθέτησης βάρους και έλεγχος της επαναληψιμότητας του ζυγού.

Οι περιβαλλοντικές συνθήκες (θερμοκρασία, σχετική υγρασία) καταγράφηκαν κατά τη διάρκεια της διακρίβωσης.

*The calibration of the non-automatic weighing machine was carried out in accordance with the technical procedure DKD R7-1, using weights of OIML R-111 classification which provide traceability to the International Prototype Kilogram held at BIPM in Sèvres, France.*

*Checks are normally carried out for functionality, cleanliness, adjustment and leveling. Metrological tests are normally carried out for linearity across the nominal capacity of the weighing machine, eccentricity effects of the positioning of weights on the load receptor and repeatability of the machine for repeated weighings.*

*The ambient conditions (temperature, relative humidity) were recorded during the calibration.*

**ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ**

**MEASUREMENTS**

**ΕΠΑΝΑΛΗΨΙΜΟΤΗΤΑ**

**REPEATABILITY**

Αριθμός Μέτρησης Measurement Number	Πρότυπο Βάρος Standard Weight (g)	Ένδειξη Ζυγού Weighing Machine Indication (g)
1.	500	499
2.	500	499
3.	500	499
4.	500	499
5.	500	499
6.	500	499

Η αναφερόμενη αβεβαιότητα μέτρησης βασίστηκε σε κανονική αβεβαιότητα, πολλαπλασιαζόμενη με τον συντελεστή κάλυψης  $k=2$ , παρέχοντας ένα επίπεδο εμπιστοσύνης 95 % περίπου. Ο υπολογισμός της αβεβαιότητας υπολογίστηκε σύμφωνα με τις απαιτήσεις του EA 4 / 02.

*The reported expanded uncertainty is based on a standard uncertainty multiplied by a coverage factor  $k=2$ , providing a level of confidence of approximately 95 % The uncertainty evaluation has been carried out in accordance with the EA 4 / 02 requirements.*

Z:\Customers 2004\H\Halibourgiki\0004-40791.doc



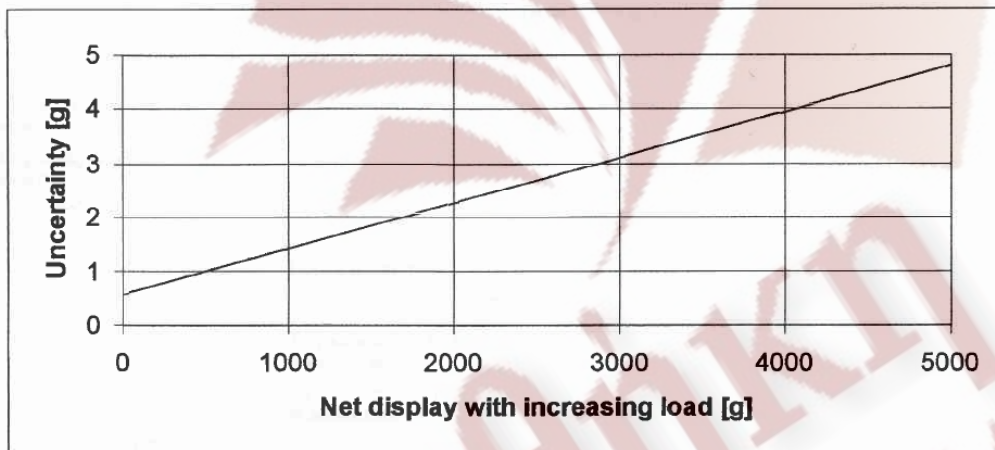
<b>ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ</b> <b>CERTIFICATE OF CALIBRATION</b>		RvA No.: K106 ΔΙΑΠΙΣΤΕΥΜΕΝΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ <i>RvA ACCREDITED CALIBRATION LABORATORY</i>
Έκδοση από <i>Issued by</i>	: ALGOSYSTEMS S. A. – METROLOGY DIVISION	
Ημ/νία Έκδοσης <i>Date of Issue</i>	: 14 Ιανουαρίου 2004 <i>14 January 2004</i>	Αριθμός Πιστοποιητικού <i>Certificate Number</i> : 40791
		Σελίδα 4 από 4 <i>Page 4 of 4</i>

**ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ**  
**UNCERTAINTY OF MEASUREMENT**

Η αβεβαιότητα της μέτρησης προκύπτει από την εξίσωση :  
*The uncertainty of measurement results from the equation*

$$U (g) = 0.58 + 0.00084 * m_w (g)$$

Όπου :  $U$  = Η συνολική αβεβαιότητα του ζυγού / *The total uncertainty of the electronic balance*  
 Where :  $m_w$  = Ένδειξη κατά την αυξανόμενη φόρτιση ζυγού / *Net display with increasing load*



**ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ / NOTES**

1. Τα αποτελέσματα είναι σύμφωνα με την κατάσταση και τον χρόνο διακρίβωσης του ζυγού. Συνεισφορά μακροχρόνιων επιδράσεων στο αντικείμενο διακρίβωσης δεν έχουν συνυπολογιστεί.  
*The results apply for the state of the balance and for conditions at the time of the calibration. A share for the long-term stability is not included.*

Η αναφερόμενη αβεβαιότητα μέτρησης βασίστηκε σε κανονική αβεβαιότητα, πολλαπλασιαζόμενη με τον συντελεστή κάλυψης  $k=2$ , παρέχοντας ένα επίπεδο εμπιστοσύνης 95 % περίπου. Ο υπολογισμός της αβεβαιότητας υπολογίστηκε σύμφωνα με τις απαιτήσεις του EA 4 / 02.  
*The reported expanded uncertainty is based on a standard uncertainty multiplied by a coverage factor  $k=2$ , providing a level of confidence of approximately 95 %. The uncertainty evaluation has been carried out in accordance with the EA 4 / 02 requirements.*

Z:\Customers 2004\HN\Halibourgil\0004-40791.doc

**ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ**  
**CERTIFICATE OF CALIBRATION**

Έκδοση από : ALGOSYSTEMS S. A. – METROLOGY DIVISION  
Issued by

Ημ/νία Έκδοσης : 24 Νοεμβρίου 2005 Αριθμός Ταυτοποίησης : HALYB-0010  
Date of Issue : 24 November 2005 Asset Number



**ALGOSYSTEMS S. A. - METROLOGY DIVISION**

Σάρδεων 4, 171 21 Ν. Σμύρνη  
4 Sardeon Str., N. Smirni – Athens – Greece

Τηλ.: 210 93 10 281 – 4, Φαξ: 210 93 32 641  
Tel.: + 30 (210) 93 10 281 - 4, Fax: +30 (210) 93 32 641

Internet: [www.algosystems.gr](http://www.algosystems.gr)  
e-mail: [sales-metdiv@algosystems.gr](mailto:sales-metdiv@algosystems.gr)

Σελίδα 1 από 3  
Page 1 of 3

Εγκεκριμένος Υπογράφων  
Approved Signatory

Φ. Παπακαλοδούκας

Πελάτης : ΧΑΛΥΒΟΥΡΓΙΚΗ Α.Ε.  
Customer  
Διεύθυνση : Χλμ Λεωφ. Αθηνών Κορίνθου, Ελευσίνα  
Address

Περιγραφή : Μηχανή Εφελκυσμού (0-500 KN)  
Description

Κατασκευαστής : ROELL AMSLER  
Manufacturer

Μοντέλο : UPN 1000  
Model

Σειριακός Αριθμός : 33/950101  
Serial No.

Κωδικός Συσκευής : ---  
Instrument Code

Εντολή Εργασίας : 0036  
Work Order

Τοποθεσία Διακρίβωσης : Στη παραπάνω διεύθυνση  
Place of Calibration : At the above address

Ημ/νία Διακρίβωσης : 18 Νοεμβρίου 2005  
Date of Calibration : 18 November 2005

Διαδικασία Διακρίβωσης : ALGO-FORCE-0002 (συναπτική διαδικασία στη σελ. 2 / brief description at page 2)  
Calibration Procedure

Τύπος Αποτελεσμάτων :  Με Ρυθμίσεις / After Adjustment  
Results Type :  Χωρίς Ρυθμίσεις / Without Adjustment

Συνθήκες Περιβάλλοντος : Μεταβολή θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της διακρίβωσης : 20 °C ± 1 °C  
Ambient Conditions : Σχετική Υγρασία : 40 %RH ± 5 %RH  
Relative Humidity

Υπογραφή :  
Signature

Το Πιστοποιητικό αυτό εκδίδεται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προτύπου ISO/IEC 17025. Παρέχει την ιχνηλασιμότητα των μετρήσεων προς αναγνωρισμένα (εθνικά) διεθνή πρότυπα και τις μονάδες που έχουν υλοποιηθεί σε αναγνωρισμένα εθνικά πρότυπα εργαστηρίων. Σε περίπτωση διαπιστευμένου πιστοποιητικού η ιχνηλασιμότητα έχει επιδειχθεί στο Φορέα Διαπίστευσης. Το παρόν πιστοποιητικό μπορεί να αναπαράχθει μόνο εξ' ολοκλήρου, εκτός και αν υπάρχει γραπτή συναίνεση του εκδίδοντος εργαστηρίου.

This Certificate is issued in accordance with the requirements of ISO/IEC 17025. It provides traceability of measurements to recognized (inter) national standards and to the units of measurement realized at recognized national standards laboratories. In case of accredited certificate the traceability has been demonstrated towards the Accreditation Body. This certificate may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory.

Z:\Customers 2005\H\Halvourgika\0010-0036.doc



# ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ

## CERTIFICATE OF CALIBRATION

Σελίδα 2 από 3  
Page 2 of 3

Έκδοση από  
Issued by : ALGOSYSTEMS S. A. – METROLOGY DIVISION

Ημ/νία Έκδοσης : 24 Νοεμβρίου 2005      Αριθμός Ταυτοποίησης : HALYB-0010  
Date of Issue : 24 November 2005      Asset Number

### Πρότυπα - Ιχνηλασιμότητα

#### Standards used - Traceability

- ALGO-0510 (Load Cell Calibrator, BLH Electronics LCC VR3.1, S/N: 4421914, Cert. No.: Δ7/03-016/E.I.M./10-03)  
ALGO-0511 (Load Cell, BLH Electronics U3G2, S/N: 43665, Cert. No.: Δ7/03-016/E.I.M./10-03)

### ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΙΑΚΡΙΒΩΣΗΣ

#### Calibration Procedure (Brief Description)

Η διακρίβωση της συσκευής πραγματοποιήθηκε, χρησιμοποιώντας πρότυπο σύστημα μέτρησης δύναμης και περιλαμβάνει πρότυπη δυναμοκυψέλη και βαθμονομητή (ενδεικτής) δύναμης. Οι μετρήσεις αποτελούν τον μέσο όρο τριών κύκλων μετρήσεων. Οι ανοχές των περιβαλλοντικών συνθηκών (θερμοκρασία, σχετική υγρασία) καταγράφηκαν κατά τη διάρκεια της διακρίβωσης. Η αναφερόμενη ανοχή (όπου αυτή υπάρχει) είναι σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή.

*The calibration of the device was carried out using a force measurement system consists of a Standard Load Cell and a Load Cell Calibrator Display. For every standard reading is the average of 3 measurements. The ambient conditions tolerances (temperature, relative humidity) were recorded during the calibration. The tolerances (where they exist) are according to the specifications of the manufacturer.*

### ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

#### MEASUREMENTS

### ΕΦΕΛΚΥΣΜΟΣ

#### Δύναμη

#### *Force*

Κλίμακα <i>Range</i>	Ένδειξη Πρότυπης Συσκευής <i>Standard Reading</i>	Τιμή συσκευής υπό διακρίβωση <i>Test Instrument Reading</i>	Απόκλιση <i>Deviation</i>	Σφάλμα <i>Error</i>	Αβεβαιότητα Μέτρησης <i>Uncertainty of the Measurement</i>
0-500 kN	kN	kN	kN	%	%
1 <sup>st</sup> Series	89.12	90.30	1.18	1.32	0.25
	179.48	181.97	2.49	1.39	0.25
	266.09	269.86	3.77	1.42	0.25
	351.05	357.42	6.37	1.81	0.25
	425.83	436.23	10.41	2.44	0.25
2 <sup>nd</sup> Series	89.23	90.34	1.11	1.25	0.25
	177.93	180.30	2.37	1.33	0.25
	265.11	268.42	3.31	1.25	0.25
	348.52	354.85	6.33	1.82	0.25
	424.09	434.06	9.97	2.35	0.25
Calibration Factor					1.004

Η αναφερόμενη αβεβαιότητα μέτρησης βασίστηκε σε κανονική αβεβαιότητα, πολλαπλασιαζόμενη με τον συντελεστή κάλυψης  $k=2$ , παρέχοντας ένα επίπεδο εμπιστοσύνης 95 % περίπου. Ο υπολογισμός της αβεβαιότητας υπολογίστηκε σύμφωνα με τις απαιτήσεις του EA 4 / 02.

*The reported expanded uncertainty is based on a standard uncertainty multiplied by a coverage factor  $k=2$ , providing a level of confidence of approximately 95 %. The uncertainty evaluation has been carried out in accordance with the EA 4 / 02 requirements.*

Z:\Customers 2005\H\Halivoungiki0010-0036.doc

## 6.2) ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

<b>EURONORM 2-80</b>	“Tensile test on steel” , (1980)
<b>ΕΛΟΤ 1045</b>	«Μεταλλικά υλικά – Δοκιμή εφελκυσμού»
<b>ΕΛΟΤ 971</b>	«Συγκολλησιμοι χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος»
<b>ΕΛΟΤ 959</b>	«Χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος»
<b>ΕΛΟΤ 1421-3</b>	«Συγκολλησιμοι χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος κατηγορίας B500C»
<b>DIN 17200/87</b>	“Steels for quenching and tempering”
<b>ISO 82-1974</b>	“Steel – Tensile testing”
<b>ISO 6892/98</b>	“Metallic materials – tensile testing at ambient Temperature”
<b>ISO / DIS 10606</b>	“Steel for the Reinforcement of concrete – Determination of Percentage Total Elongation at Maximum Force”
<b>ISO / CD 15630-1:1997</b>	“Steel for the Reinforcement and Prestressing of Concrete – Test Methods – Part 1 : Reinforcing Bars and wires”
<b>ISO / CD 15630-3:1997</b>	“Steel for the Reinforcement and Prestressing of Concrete – Test Methods – Part 3 : Prestressing Steels”
<b>ISO 7144 - 1986</b>	“Presentation of theses and similar documents”
<b>prEN 10080 – 1:1997E</b>	“Steel for the reinforcement of concrete – weldable reinforcing steel – part 1: general requirements”

### 6.3) ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Κ. Κονοφάγος Δρος Μεταλλουργού Μηχανικού , Μεταλλογνωσία, Πρώτη έκδοση, Τόμος Ι «ΤΑ ΜΕΤΑΛΛΑ», ΑΘΗΝΑ 1967

Κ. Κονοφάγος Δρος Μεταλλουργού Μηχανικού , Μεταλλογνωσία, Πρώτη έκδοση, Τόμος ΙΙ «ΤΑ ΚΡΑΜΑΤΑ», ΑΘΗΝΑ 1967

Κ. Κονοφάγος Δρος Μεταλλουργού Μηχανικού , Μεταλλογνωσία, Πρώτη έκδοση, Τόμος ΙΙΙ «ΤΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΡΑΜΑΤΑ», ΑΘΗΝΑ 1967

Π.Γ. Πετρόπουλος « Μεταλλουργία», Ίδρυμα Ευγενίδου, 1954

“Mechanical Testing” – 9<sup>th</sup> Edition

M. Economopoulos, Y. Lessel, G. Steffes “Application of the Tempcore Process to the Fabrication of High Yield Strength Concrete – Reinforcing Bars”

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ  
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ